

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS DEL  
INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES”**

PRESENTADO POR:

**JUAN CARLOS CARRILLO MEJÍA**

**JORGE ALBERTO CHICAS PLEITEZ**

**JOEL EDUARDO MEJÍA ESCOBAR**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2016

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR INTERINO :

**LIC. JOSE LUIS ARGUETA ANTILLÓN**

SECRETARÍA GENERAL :

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

DIRECTOR :

**ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título

:

**“ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS DEL  
INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES”**

Presentado por

:

**JUAN CARLOS CARRILLO MEJÍA**

**JORGE ALBERTO CHICAS PLEITEZ**

**JOEL EDUARDO MEJÍA ESCOBAR**

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docentes Directores

:

**ING. M. Sc. ROGELIO ERNESTO GODÍNEZ GONZÁLEZ**

**ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA**

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO**

San Salvador, Noviembre de 2016

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. M. Sc. ROGELIO ERNESTO GODÍNEZ GONZÁLEZ**

**ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA**

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO**



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente al creador por darme esa fuerza y motivación para terminar mis estudios universitarios, por permitirme tener a mi esposa, núcleo familiar y amigos que me apoyaron siempre en todo momento.

Agradezco primeramente a mi núcleo familiar, mi madre Esperanza Mejía, que siempre me apoyo incondicionalmente en todo momento de estudiante, desde básica, bachillerato y mis estudios superiores, por siempre tener fe en mí y confiar en que culminaría mis estudios y me graduaría de ingeniero civil. Mi padre, Claudio Carrillo por brindarme ese apoyo para lograr ser un profesional. Mis cuatro hermanos, Omar, Jaime, Claudia y Jasmincita Carrillo, porque siempre estuvieron apoyándome en todo momento.

El agradecimiento más sublime a mi amada esposa, por todo ese apoyo incondicional brindado en mi etapa como estudiante, en el trabajo de graduación y ahora como profesional, gracias por comprenderme y creer en mí.

A mis grandes amigos Alexander Romero, Josué Cuellar, y Rodrigo Romero, por apoyarme y ayudarme a cumplir esta meta.

A mis compañeros de trabajo de graduación Joel y Jorge, que hemos compartido esta experiencia de realizar y culminar nuestros estudios superiores, a los asesores del trabajo de graduación y catedráticos en general, a todos mis compañeros y amigos de nuestra alma mater, la Universidad de El Salvador.

Juan Carlos Carrillo Mejía.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por haberme sostenido hasta el día de hoy y haberme brindado las fuerzas y la inteligencia para lograr culminar este acontecimiento en mi vida.

También agradezco a mis padres: José Gilberto Chicas Pérez y María Teresa Pleitez Cantón por haberme ayudado económica y anímicamente en mis estudios, desde que era niño hasta mi etapa de adulto como estudiante universitario. Por todo el amor con el que me formaron, le pido a Dios que les bendiga infinitamente todos los días de su vida.

A mis asesores en este trabajo de graduación: Ing. M. Sc. Rogelio Ernesto Godínez González, Ing. Roberto Otoniel Berganza Estrada y al Ing. José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo por todo el apoyo, dedicación y la paciencia que tuvieron conmigo y a mis compañeros.

A nuestra querida alma mater por haberme cobijado en ella en este mundo del conocimiento.

Al ingeniero Francisco Juárez por el tiempo, la experiencia y el conocimiento que nos brindó, aun siendo una persona muy ocupada.

Pero muy importante, a mis compañeros de este trabajo de graduación: Juan Carlos Carrillo Mejía y Joel Eduardo Mejía Escobar por habernos ayudado y darnos ánimos mutuamente hasta finalizar este proyecto.

Jorge Alberto Chicas Pleitez.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios todopoderoso por haberme permitido vivir hasta este día, guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis papas Dora, Rosa y Manuel por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Por darme la oportunidad de estudiar esta carrera. Y por ser ejemplo de vida. Y por promover el desarrollo y la unión familiar en nuestra familia.

A mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, por formar parte de la unión familiar William, Nelson, Sandra, Claudia, Eduardo, Manuel, Carlos, Liliana, Esaú, Sara, Manuelito, Luis Miguel y Karina por ser un ejemplo de hermanos. A Ruth Lisseth mi hermana gemela, por ser un gran apoyo a lo largo de mi carrera. A todos ellos, por llenar mi vida de grandes momentos en todo la etapa de mi vida.

A mis tíos y demás familia, ellos fueron un pilar muy importante para mi superación personal y lograr sacar mi carrera, gracias a ellos aprendí lo que cuesta sacar una carrera hoy en día. El apoyo que ellos me brindaron a lo largo de mi carrera fue una bendición para mí.

Agradezco a los Docentes asesores Ing. Godínez, Ing. Berganza e Ing. Cárcamo por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo, amistad y por

los conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi carrera profesional y por la oportunidad brindada para el desarrollo del trabajo de graduación.

Agradezco al Ingeniero Francisco Juárez por el apoyo que nos brindó en el trabajo de graduación, con toda su experiencia y conocimientos profesionales brindados para finalizarla.

A mis amigos por todos los momentos que pasamos juntos. Por las tareas que juntos realizamos y por la confianza que en mi depositaron.

Joel Eduardo Mejía Escobar.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a las siguientes personas:

Primeramente a mis tres amados hermanos, Jaime Carrillo y Omar Carrillo que han sido mis padres, que me han dado todo su apoyo y motivación para poder culminar mis estudios, a mi hermana Claudia Carrillo que siempre ha creído en mí y me ha brindado su apoyo, a mis tres amados sobrinos Steven, Britany y Jazmín Carrillo, que se han convertido en mi inspiración para culminar esta última etapa del trabajo de graduación.

A mis tres ángeles que desde algún lugar siempre están apoyándome y dándome su fuerza para culminar mis estudios y seguir adelante día a día, mi amada hermanita Jasmincita Esperanza Carrillo, mi amado padre Claudio Carrillo que siempre me brindo todo su apoyo que siempre me dio lo mejor de él y me motivo para que yo estudiara ingeniería civil, a mi gran ángel , mi madre, Esperanza Mejía ,mujer luchadora, que siempre creyó en mí, que siempre me dio todo su amor, su apoyo, su motivación, para que siguiera estudiando y culminar mi carrera.

La dedicatoria más especial a mi arcángel, mi muza, mi amada esposa Elizabeth de Carrillo, que siempre me ha dado ese amor incondicional, que siempre ha creído en mí, que me ha dado esa fortaleza y motivación para seguir día a día creciendo como persona, estudiante y ahora como profesional.

También dedico este trabajo de graduación a mis futuros hijos que desde ya son motivación para seguir creciendo como persona y profesional.

Por, Juan Carlos Carrillo Mejía.

## DEDICATORIA

A las personas más especiales en mi vida, mis padres, José Gilberto Chicas Pérez y María Teresa Pleitez Cantón, los cuales me trajeron al mundo y, por todo el amor y cariño brindado en mi vida sin esperar nada a cambio.

A mis sobrinos que, aunque a veces me sacan canas verdes, los quiero con todo mi corazón y ojala algún día, si ellos deciden ser profesionales, pueda devolverles con mi experiencia profesional un poco del cariño que ellos me brindaron. En general le dedico este triunfo a toda mi familia, a los que me ayudaron por su amor y comprensión, y a los que no por enseñarme que en ocasiones personas fuera de los lazos sanguíneos pueden ser más familia que los que en realidad lo son.

A mis compañeros de trabajo de graduación, por el empeño, dedicación y sacrificio que mostraron en el tramo final de esta aventura académica y por todas sus palabras de ánimo cuando más los necesité.

Por, Jorge Alberto Chicas Pleitez.

## DEDICATORIA

Llegó el momento que he esperado con tanta ansiedad, y que después de tantos sacrificios por fin culmina el camino para ser un profesional y con la obtención del título de ingeniero civil, con la ayuda de Dios, la voluntad propia, el deseo ferviente de superarse y el apoyo de familiares, amigos y compañeros, hicieron posible que estos ideales se cumplieran, por tal motivo deseo dedicar y compartir mi triunfo:

A DIOS TODOPODEROSO: Primeramente por ser mí guía, fortaleza, por darme sabiduría y entendimiento durante toda mi vida y durante mi formación académica; por permitirme realizar mis estudios, metas y mi camino universitario.

A MI MADRESITA BELLA María Julia Escobar, quien está en los cielos y en la gloria de Dios, quien me regalo la vida y siempre cuida de mí desde los cielos.

A MIS MADRES Y PADRE: Dora Alicia Maldonado Quijada, María Rosa Mejía Crespín y Manuel Mejía Bonilla por brindarme sus consejos, dedicación, apoyo y ayuda incondicional durante toda mi vida, lográndome sacar adelante. Gracias por creer siempre en mí.

A MI HERMANA GEMELA: Ruth Lisseth Mejía Escobar, quien ha estado a mi lado siempre y por apoyarme en las buenas y en las malas y quien siempre ha sido y será mi inspiración para lograr lo que quiero.

A MIS HERMANOS: William, Nelson, Sandra, Claudia, Eduardo, Manuel, Carlos, Liliana, Esaú, Sara, Manuelito, Luis Miguel y Karina por ser siempre mi inspiración y por todos sus consejos.



A MIS TIOS y DEMÁS FAMILIA: por su apoyo y sus consejos que me transmitieron en cada momento que los necesitaba y por llenar mis pensamientos de ideales que hicieron un buen camino para mi futuro.

A MIS AMIGOS: Por sus muestras sinceras de amistad, apoyo y comprensión; por haberme tendido la mano durante los momentos más duros, y estar conmigo en las buenas y en las malas.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE GRADUACIÓN: Carlos Carrillo y Jorge Chicas, ya que ellos siempre pusieron el hombro para poder terminar este estudio, con éxito.

A TODOS LOS DOCENTES CATEDRÁTICOS E INSTRUCTORES, que hicieron posible con sus enseñanzas y exigencias, mi formación, profesional y humana.

Agradecimientos totales y sinceros, en general, a todas las personas, compañeros, amigos y familiares que estuvieron a mí alrededor, y que de forma directa o indirecta me brindaron su apoyo (moral, logístico o financiero) durante mi proceso universitario.

Por, Joel Eduardo Mejía Escobar.

## RESUMEN

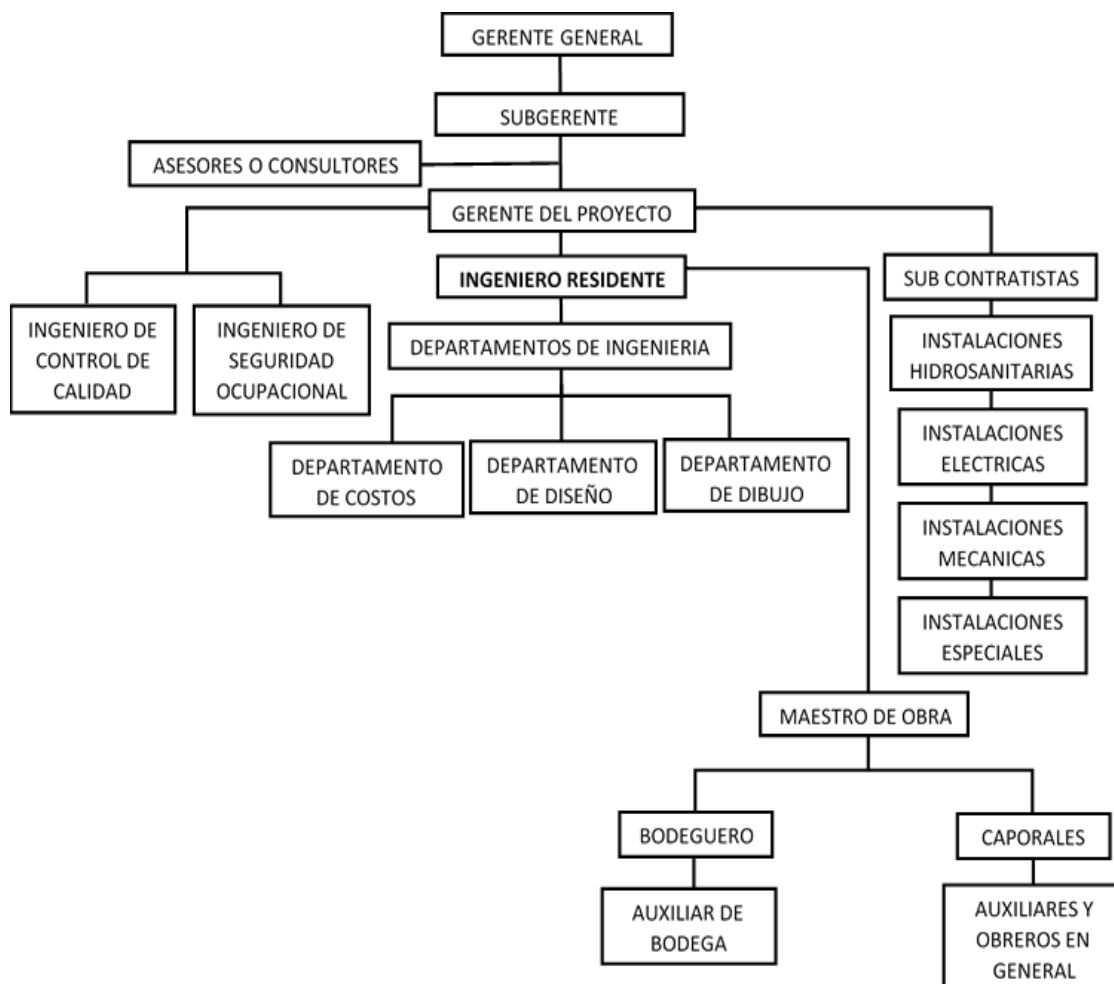
El ingeniero residente desarrolla funciones técnicas y administrativas, pero principal y mayormente técnicas en la construcción de edificios (ver diagrama en página iii). Él es el profesional principal referente, coordinador del proyecto en ejecución, en la obra, en el lugar destinado; porque se encarga de que todos los demás profesionales y personal técnico realicen sus tareas y funciones de acuerdo con lo que está en los planos y especificaciones técnicas contractuales. Con el fin de delimitar realmente las funciones técnicas administrativas del ingeniero residente, para su estudio, se recolectó información bibliográfica de base teórica; con la cual, se tiene en base sólida para la investigación de campo y para la propuesta metodológica.

Entre las principales funciones administrativas que desarrolla el ingeniero residente están, cumplir con el control de facturación y seguimiento de los costos contractuales según lo previsto por el proyecto, actualizar la Planificación y programación de la obra, mantener la bitácora ordenada y actualizada con el supervisor de la obra, de la empresa constructora y el del propietario.

Entre las principales funciones técnicas que desarrolla el ingeniero residente están, controlar la buena calidad de los procesos constructivos y de toda la obra, garantizar todos los acabados de cada elemento de la obra y de las edificaciones construidas, prever y ordenar los muestreos de ensayos de materiales respecto a controlar su buena calidad antes y durante la colocación de estos; así mismo, después cuando es requerido. Con la investigación de campo, se comprobó si la

investigación bibliográfica se cumple en la realidad, en la cual se buscó comprobar la hipótesis, primaria, “El ingeniero residente en edificios altos cumple, principalmente, funciones administrativas” y la hipótesis secundaria: “El ingeniero residente en edificios altos controla y da seguimiento a costos contractuales”. Se formularon las preguntas de acuerdo con los conceptos teóricos más importantes elegidos para resolver las hipótesis; se realizaron entrevistas, a partir de la selección de una muestra de la población de 51 empresas constructoras de edificios, altos, de las mismas se hizo con el muestreo aleatorio simple, donde todas las empresas tuvieran las mismas posibilidades de ser seleccionadas. Las entrevistas se realizaron a ingenieros con experiencia en el campo y en oficina. Estas entrevistas fueron personales y las preguntas fueron abiertas y cerradas; resultando, que para la construcción de un edificio alto, las actividades, funciones y responsabilidades del ingeniero residente son más técnicas que administrativas. Con esta base se hizo la propuesta metodológica de las actividades administrativas y técnicas que desempeña el ingeniero residente en la construcción de un edificio, de diez niveles, así mismo, una partida presupuestada y planeada, correspondiente a las losas de entrepiso. En el desempeño del puesto, las actividades del ingeniero residente son siempre lo prioritario en costos, presupuestados de proyectos pequeños o grandes, indiferentemente la magnitud y complejidad del proyecto de construcción en ejecución.

## DIAGRAMA GENERAL DE JERARQUÍA DE MANDOS DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO ALTO



## ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN.....	xviii
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....	20
1.1 Antecedentes.....	21
1.2 Planteamiento del problema. ....	25
1.3 Objetivos. ....	28
1.4 Alcances.....	29
1.5 Limitaciones.....	30
1.6 Justificaciones. ....	30
1.7 Metodología de la investigación a desarrollar .....	32
1.8 Planificación de los recursos a utilizar. ....	34
1.9 Presupuesto de la realización del trabajo de graduación. ....	37
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	39
2.1 Definición y descripción de los conceptos básicos a aplicar. ....	40
2.1.1 Administración.....	40
2.1.2 La Planificación. ....	40
2.1.3 La Organización. ....	41
2.1.4 La Dirección.....	41
2.1.5 El Control.....	41

2.1.6 La Coordinación. ....	42
2.1.7 La Ejecución. ....	42
2.1.8 La Previsión.....	43
2.1.9 La Gestión. ....	43
2.1.10 La Programación. ....	43
2.1.11 El Seguimiento. ....	44
2.1.12 La Calidad. ....	44
2.1.13 Lo Contractual. ....	44
2.1.14 La Supervisión.....	45
2.2 Las principales funciones del Ingeniero constructor o ingeniero residente. ....	45
2.2.1 Las funciones administrativas del ingeniero residente constructor. ....	45
2.2.2 Funciones en el área técnica del ingeniero residente constructor. ....	59
2.3 Etapas de desarrollo de las funciones del ingeniero residente constructor de edificios altos durante la ejecución de un proyecto. ....	64
2.3.1 Gestiones administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente antes del inicio de la obra. ....	65
2.3.2 Gestión administrativa y técnica del inicio de la obra, actualizándose con los estudios finales que dispone. ....	76

2.3.3 Gestiones administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente durante la obra en construcción.....	83
2.3.4 Actividades administrativas que debe desarrollar el ingeniero residente al final de la obra. ....	107
2.4 Componentes de un edificio alto y tecnología que usa en su construcción.....	109
2.4.1 Conceptos y definición de edificio alto a construir.....	109
2.4.2 Estudio de suelos. ....	111
2.4.3 Preparación superficial del lugar donde se coloca al edificio. ....	112
2.4.4 Cimentaciones o fundaciones. ....	112
2.4.5 Sistema estructural y entramados estructurales. ....	118
2.4.6 Elementos verticales.....	119
2.4.7 Elementos horizontales.....	120
2.4.8 La estructura en conjunto y modularmente. ....	120
2.4.9 Estructuras metálicas. ....	121
2.4.10 Sistema hidráulico. ....	122
2.4.11 Sistema eléctrico .....	123
2.4.12 Sistema de instalaciones especiales.....	124
2.4.13 Procesos constructivos.....	126

<b>CAPÍTULO III: ESTUDIO DE CAMPO PARA PROPUESTA METODOLÓGICA DEL INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES .....</b>	<b>128</b>
3.1 Plan para recolección de información en campo.....	129
3.2 Diseño estadístico .....	130
3.2.1 Muestreo y tamaño de la muestra “n” basado en el criterio de la fórmula simplificada. ....	132
3.2.2 Plan de recolección de información. ....	136
3.2.3 Plan de procesamiento de datos.....	138
3.2.4 Plan de tabulación de resultados .....	139
3.3 Planteamientos de las hipótesis e identificación de variables dependientes e independientes.....	142
3.4 Presentación de interrogantes para entrevista de campo. ....	142
3.4.1 Conceptos para formular preguntas de las actividades administrativas y técnicas del ingeniero residente.....	143
3.4.2 Formulario de preguntas para encuestas.....	144
3.5 Procesamiento, interpretación y análisis de resultados de estudio de campo a cerca del ingeniero residente .....	147
3.5.1 Resultados de pregunta 1 .....	147
3.5.2 Resultados de pregunta 2.....	151



3.5.3 Resultados de pregunta 3.....	152
3.5.4 Resultados de pregunta 4.1.....	156
3.5.5 Resultados de pregunta 4.2.....	158
3.5.6 Resultados de pregunta 5.....	161
3.5.7 Resultados de pregunta 6.....	164
3.5.8 Resultados de pregunta 7.....	168
3.5.9 Resultados de pregunta 8.....	171
3.5.10 Resultados de pregunta 9.....	173
3.5.11 Resultados de pregunta 10.....	176
3.5.12 Resultados de pregunta 11.....	178
3.5.13 Resultados de pregunta 12.....	181
3.5.14 Resultados de pregunta 13.....	184
3.5.15 Resultados de pregunta 14.....	187
3.5.16 Resultados de pregunta 15.....	189
<b>CAPÍTULO IV: PROPUESTA METODOLOGICA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS QUE APLICA EL INGENIERO RESIDENTE CONSTRUCTOR.....</b>	<b>192</b>
4.1 Esquematización de una propuesta metodológica.....	193
4.1.1 Descripción de tecnologías prefabricadas. ....	193
4.1.2 Criterios a utilizar en la partida de losas de entrepisos. ....	195

4.1.3 Sistema de losas aligeradas. ....	196
4.1.4 Gestión administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente aplicando losas aligeradas.....	205
4.2 Desarrollo del caso aplicado para edificio de ocho niveles. ....	212
4.2.1 Descripción del proyecto en construcción de edificio de ocho niveles.....	212
4.2.2 La documentación necesaria se presenta a continuación: .....	213
4.2.3 Actividades del ingeniero Residente en la partida de losas aligeradas. ....	226
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>271</b>
5.1 CONSIDERACIONES.....	272
5.2 CONCLUSIONES .....	273
5.3 RECOMENDACIONES.....	275
BIBLIOGRAFÍA.....	277
ANEXOS .....	279
APENDICES.....	299

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Presupuesto de trabajo de graduación.....	37
Tabla 3.1 Listado de empresas constructores activos en el país para estudiar acerca del ingeniero residente. ....	131
Tabla 3.2 Valores de Z para el valor de confianza asignado. ....	134
Tabla 3.3 Listado de empresas que constituyen la muestra “n” .....	136
Tabla 3.4 Listado de empresas sustitutas para completar encuesta “n”.....	136
Tabla 3.5 Programa de entrevistas, a cada empresa de la muestra “n”. ....	138
Tabla 3.6 Ejemplo sencillo de tabla de frecuencias para saber cuál es el color favorito de 20 personas. ....	139
Tabla 3.7 Tabulación para preguntas cerradas.....	140
Tabla 3.8 Tabulación para preguntas abiertas. ....	141
Tabla 3.9 Listado de conceptos para formular la encuesta. ....	143
Tabla 3.10 El plan de ejecución dado por la empresa constructora. ....	147
Tabla 3.11 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	148
Tabla 3.12 El uso de la bitácora por el ingeniero residente.....	151
Tabla 3.13 Experiencia del ingeniero residente con el uso de la bitácora. ....	152
Tabla 3.14 Diferentes tipos de problemas con uso de bitácora.....	153
Tabla 3.15 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	154
Tabla 3.16 Uso de planos como se autorizó al inicio de la obra.....	156
Tabla 3.17 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	157
Tabla 3.18 La responsabilidad de realizar los cambios en los planos. ....	158

Tabla 3.19 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	159
Tabla 3.20 Lo relevante en el seguimiento de obra. ....	161
Tabla 3.21 Otras actividades importantes descritas por los profesionales. ....	161
Tabla 3.22 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	163
Tabla 3.23 Diferentes problemas con los pedidos de materiales. ....	164
Tabla 3.24 Otros tipos de problemas. ....	165
Tabla 3.25 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	166
Tabla 3.26 Formulación y aplicación del plan de seguridad ocupacional. ....	168
Tabla 3.27 Diferentes tipos de aplicación de seguridad ocupacional. ....	168
Tabla 3.28 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	169
Tabla 3.29 Uso de manual propio de las empresas constructoras. ....	171
Tabla 3.30 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	172
Tabla 3.31 Actividades administrativas al finalizar la obra. ....	173
Tabla 3.32 Desarrollo de actividades administrativas al finalizar la obra. ....	174
Tabla 3.33 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	175
Tabla 3.34 Mayor desempeño de funciones técnicas o administrativas. ....	176
Tabla 3.35 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	177
Tabla 3.36 El control de los costos de obra. ....	178
Tabla 3.37 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	179
Tabla 3.38 Responsabilidad de actualizar la programación de obra. ....	181
Tabla 3.39 Periodo de actualización de la programación de obra. ....	181
Tabla 3.40 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	182

Tabla 3.41 Criterio del ingeniero residente en adjudicación de subcontratos.....	184
Tabla 3.42 Importancia del criterio del ingeniero residente en la adjudicación de subcontratos. ....	184
Tabla 3.43 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	185
Tabla 3.44 Las estimaciones de obra. ....	187
Tabla 3.45 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	187
Tabla 3.46 Responsabilidad del ingeniero residente en los trabajos extras solicitados por el propietario. ....	189
Tabla 3.47 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas. ....	190
Tabla 4.1 Traslapes mínimos (no traslapar más del 50% en una misma sección).....	220
Tabla 4.2 Formato de Vale de bodega utilizado usualmente.....	239

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ejemplo de limpieza y orden en el área de trabajo.....	50
Figura 2.2 Equipo de protección personal más común en una obra de construcción. ....	50
Figura 2.3 Protección de caída usando bardas, vallas o jaulas en altura. ....	51
Figura 2.4 Ejemplo de malas instalaciones eléctricas. ....	52
Figura 2.5 Forma correcta e incorrecta de levantar objetos pequeños pesados a mediana altura. ....	53
Figura 2.6 Diferentes tipos de señalización exigibles utilizadas en la construcción. ....	54
Figura 2.7 La utilización de software, ha hecho que las programaciones de obra sean cada vez más fáciles, por ejemplo, el manejo de programas como Microsoft Project. ....	56
Figura 2.8 Comparación de colores entre la solución con arena (luego de 24 horas) y la placa orgánica de colores Gardner y Prueba de granulometría. ....	61
Figura 2.9 Al no respetar lo indicado en los planos y seguir con la construcción, se mayorizan los errores. Ejemplo, desplome de pared; repello ondulado, etc. ....	62
Figura 2.10 Prueba de cimentación estándar (SPT), ensayo necesario para cualquier estudio de suelo para una edificación.....	68
Figura 2.11 Servicios sanitarios portátiles utilizados en obra de construcción. .	69

Figura 2.12 Instalación provisional de la más sencilla elaborada con costanera y láminas. ....	77
Figura 2.13 Levantamiento topográfico en una construcción. ....	78
Figura 2.14 Almacenaje ordenado de materiales en bodega. ....	82
Figura 2.15 Ensayo de revenimiento y temperatura al concreto fresco en obra.....	90
Figura 2.16 Curado tradicional del concreto en endurecimiento y monolitización con agua y curado con aditivo.....	92
Figura 2.17 Algunas alternativas de encofrados metálicos y de madera.....	93
Figura 2.18 Edificio habitacional El Pedregal, uno de los más representativos en El Salvador y además el más alto con 28 pisos.....	110
Figura 2.19 Diferentes tipos de cimentaciones superficiales.....	114
Figura 2.20 Tipos de pilotes hincados con maquinaria hidráulica. ....	116
Figura 2.21 Representación de un sistema estructural de un edificio con sus elementos verticales y horizontales. ....	118
Figura 2.22 Estructura compuesta por perfiles de acero.....	121
Figura 2.23 Sistema hidráulico representativo de una construcción sencilla. ..	123
Figura 2.24 Representación del sistema eléctrico de una construcción habitacional.....	123
Figura 2.25 Sistema común de aire acondicionado para un edificio. ....	125
Figura 4.1 Instalación de losa de panel aislante en campo.....	197

Figura 4.2 Secciones de placas con distintos tipos de alveolos. Las longitudes son variables según el diseño. ....	198
Figura 4.3 Colocación de placa alveolada. Como se muestra en la imagen la placa abarca una gran luz. ....	200
Figura 4.4 Forma de colocación de placas alveolares pretensadas con losa de concreto vaciado in situ. ....	200
Figura 4.5 Componentes principales de una losa aligerada. ....	201
Figura 4.6 Vigüeta de losa aligerada. ....	202
Figura 4.7 Tipo de bovedilla de cemento-arena comúnmente usada. ....	202
Figura 4.8 Malla electrosoldada colocada en losa. ....	203
Figura 4.9 Colocación de concreto para losa aligerada. ....	204
Figura 4.10 Detalle de losa aligerada – vigüeta, bovedilla y amarre. ....	214
Figura 4.11 Detalle de losa aligerada de nivel dos. ....	215
Figura 4.12 Detalle de losa aligerada de nivel cinco. ....	216
Figura 4.13 Detalle de losa aligerada de nivel ocho. ....	217
Figura 4.14 Presupuesto de losa aligerada de nivel dos. ....	222
Figura 4.15 Presupuesto de losa aligerada de nivel cinco. ....	223
Figura 4.16 Presupuesto de losa aligerada de nivel ocho. ....	224
Figura 4.17 Programa general de actividades para sistema de losa aligerada para caso aplicado. ....	225
Figura 4.18 Cotización 1/3 de losa aligerada tipo COPRESA. ....	228
Figura 4.19 Cotización 2/3 de losa aligerada tipo COPRESA. ....	229



Figura 4.20 Cotización 3/3 de losa aligerada tipo COPRESA. ....	230
Figura 4.21 Cotización de losa aligerada tipo ECONSA. ....	231
Figura 4.22 Periodo de construcción de losa aligerada de acuerdo al calendario.....	234
Figura 4.23 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 1/3.....	235
Figura 4.24 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 2/3.....	236
Figura 4.25 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 3/3.....	237
Figura 4.26 Hoja Kardex control de materiales. ....	239
Figura 4.27 Inventario actualizado de materiales según Kardex. ....	240
Figura 4.28 Traslado de niveles para colocación cuarterones.....	242
Figura 4.29 Colocación de la cimbra.....	242
Figura 4.30 Alineamiento correcto de viguetas. ....	243
Figura 4.31 Colocación de cuarterones amarrados con alambre de amarre. ....	244
Figura 4.32 Colocación, plomo y ajuste de puntales. ....	244
Figura 4.33 Colocación de bovedilla y finalización de tablero. ....	245
Figura 4.34 Colocación de tuberías en losa de entepiso.....	246
Figura 4.35 Colocación de madera en el hueco donde se instalará una caja para lámpara. Instalación de caja. ....	246
Figura 4.36 Colocación de bastones.....	247
Figura 4.37 Detalle de colocación de electromalla y traslape.....	247
Figura 4.38 Humedecimiento de bovedillas. ....	249
Figura 4.39 Colado de concreto en losa aligerada. ....	250

Figura 4.40 Curado de losa por inundación. ....	251
Figura 4.41 Periodo de construcción de entepiso nivel cinco de acuerdo al calendario.....	254
Figura 4.42 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 1/4. ....	255
Figura 4.43 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 2/4. ....	256
Figura 4.44 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 3/4. ....	257
Figura 4.45 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 4/4. ....	258
Figura 4.46 Personal de obra con el uso de equipo para seguridad personal.	261
Figura 4.47 Periodo de construcción de entepiso nivel ocho de acuerdo al calendario.....	263
Figura 4.48 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 1/4.....	264
Figura 4.49 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 2/4.....	265
Figura 4.50 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 3/4.....	266
Figura 4.51 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 4/4.....	267

## INTRODUCCIÓN

El ingeniero residente, profesional capacitado y competente para desempeñarse, cumpliendo con las responsabilidades y funciones propias de su puesto; sobre todo, en proyectos muy demandantes como la construcción de edificios de gran magnitud y complejos, edificios altos; ¿hasta dónde llegan estas responsabilidades y funciones?, ¿qué le corresponde y qué no para el buen desarrollo del proyecto y el de su desempeño?. Estas y otras interrogantes se busca resolver en este trabajo de graduación. El cual, se divide en tres partes principales: investigación bibliográfica, estudio de campo y propuesta metodológica aplicada a un caso específico en un edificio alto de diez niveles.

Bibliográficamente, se recabó información existente con respecto a las responsabilidades y funciones del puesto de ingeniero residente, y cómo él debe desempeñarse en su supuesto. Se explica acerca de las actividades, administrativas y técnicas, y cómo las va desarrollando durante la ejecución del proyecto, antes del inicio de la obra, al inicio de la obra, durante el desarrollo de la misma, al finalizar la construcción y su cierre final. También, lo investigado se aplicó a un edificio alto y la tecnología utilizada en su construcción. Esto, para el planteamiento de las hipótesis y la formulación de las preguntas del estudio de campo, a través de una formulación de encuesta de entrevista. Donde se recabó información para comprobar, si lo investigado bibliográficamente se cumple en la realidad; se comprueban o se rechazan las hipótesis.

En la propuesta metodología, se describen las actividades y funciones que debe desempeñar el ingeniero residente en la construcción de un edificio. De todas las partidas presupuestadas que constructivamente son parte de la estructuración y se realizan en la construcción de un edificio, se seleccionó solamente la partida de losas aligeradas para el ejemplo de aplicación de este estudio, utilizando planos y especificaciones técnicas, presupuestos, cronogramas de actividades, cotizaciones del proyecto en específico, etc., ilustrando detalladamente la descripción técnica para la instalación de losa aligerada y todas las actividades administrativas, técnicas y sus procedimientos, que desarrolla el ingeniero residente en el transcurso de esa partida en ejecución.

Se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones correspondientes al tema.

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES**

## 1.1 Antecedentes.

La industria de la construcción, respecto a edificios altos, en El Salvador, no es muy antigua, a principio del siglo XX se construyeron edificios de uno y dos niveles de altura; por ejemplo, la casa de las academias, también conocida como casa “Dueñas”<sup>1</sup>(1919 a 1930), ubicada en el centro histórico de la ciudad de San Salvador, hacia el poniente de la ciudad en San Salvador; y en el propio centro histórico, muy cerca de donde nació la ciudad<sup>2</sup>, el emblemático teatro nacional, el portal de la Dalia, el hotel Lutécia, desaparecido, y otros de este tipo.

Se sabe que el tema de la vivienda fue una preocupación considerada por el Estado desde la década de los años 1930's. Su déficit, ha permanecido hasta la fecha. El presidente de la República, general Maximiliano Hernández Martínez, en 1934, propició la construcción y mejoramiento de la vivienda, a través de financiamientos; en este marco, se creó el Banco Hipotecario y el Fondo de Mejoramiento Social; estas instituciones, funcionaron para la construcción de viviendas urbanas y rurales. Por ejemplo, las décadas posteriores a la segunda guerra mundial (después de los años finales de la década de los años 1940's e inicio de los años 1950's); en general, las construcciones en el país tuvieron auge con mayor importancia en la ciudad capital, o la ciudad de San Salvador.

---

<sup>1</sup>Residencia de familia pudiente de esa época, de área construida de unos 23,740.68 m<sup>2</sup> y muros acartelados de cuatro a cinco metros de alto con arquitectura muy exclusiva de la época naciente de la construcción en San Salvador.

<sup>2</sup>Se sabe que la ciudad de San Salvador, hoy capital del país, nació en la cercanía del río Acelhuate en la cuesta el palo verde, donde se encuentra la actual iglesia la Merced

La construcción de edificios de varios niveles, es una actividad constante de la industria de la construcción y, por tanto, de las sociedades en desarrollo, que se lleva a cabo con el propósito de satisfacer necesidades humanas. El Salvador no es la excepción ya que en las últimas épocas, final del siglo XX ó años 1900's, en los años 1950's y los últimos 20 años o en la post guerra (después de enero de 1992) y en los primeros 15 años del siglo XXI ó años 2000, se han ejecutado de este tipo de edificios altos por empresas públicas y privadas; esta práctica, es el caso de las viviendas multifamiliares, para ir intentando “resolver el problema de concentración poblacional<sup>3</sup> y el espacio físico reducido (Km<sup>2</sup>)” con que dispone cada municipio del país, principalmente en las áreas urbanas; así mismo, para dar alojamiento a centros hospitalarios, oficinas gubernamentales y privadas, colegios, universidades, hoteles, apartamentos, almacenes, etc.

En la problemática de la vivienda, principalmente para la población asalariada, en el año 1950, el Estado creó una de las instituciones que ayudaría a mejorar el problema de la vivienda y su déficit, el Instituto de Vivienda Urbana (IVU), asumiendo la promoción del bienestar público y del desarrollo urbano, con la construcción de viviendas unifamiliares de un solo nivel, de “x” m<sup>2</sup> y edificios de cuatro niveles con cuatro apartamentos por nivel y dieciséis apartamentos por edificio. Así, una de sus primeras intervenciones en materia de vivienda y desarrollo urbano, fue emitir el decreto del derecho de la propiedad privada de

---

<sup>3</sup> En 1950, la densidad poblacional era de 105 habitantes/mk<sup>2</sup>; y en la actualidad, año 2015, es de 309.9 habitantes/Km<sup>2</sup>.

la tierra urbana y rural (1948, decreto legislativo n°112), institucionalizando con esto el carácter mercantil de la tierra y de la vivienda, regulando y controlando a la vez a los propietarios y a los constructores; para ello, también en el año de 1951, se emitió la Ley de Urbanismo y Construcción. Desde esos momentos, los ingenieros constructores de obras la cumplirían y aplicarían. En tal sentido y en afinidad a ello, siempre ha sido de vital importancia la presencia de un en cargado operativo o representante profesional de la empresa constructora en la obra<sup>4</sup>. A mediados del siglo XX, años 1950's, los constructores contratistas, para cumplir la ley de urbanismo y construcción que exigían las instituciones nacionales y empresas privadas tuvieron que contratar ingenieros de obra o ingenieros residentes en la ejecución de los proyectos de construcción o de las obras en construcción, con lo que cada vez se va mejorado los estándares de la buena calidad de las construcciones de edificaciones bajas y altas.

El Ingeniero residente, es el profesional de la ingeniería, ingeniero civil, especializado en la dirección de la obra en campo por parte de la empresa contratista<sup>5</sup>, el cual es el encargado directo de la ejecución de la obra conforme a los documentos contractuales, como planos y especificaciones técnicas, presupuestos del proyecto, encargándose de lograr el máximo rendimiento a todos los recursos (mano de obra, materiales, herramientas y equipo) y llevando a cabo el proyecto en el tiempo, calidad y costos establecidos. Además, debe

---

<sup>4</sup> Hoy ingeniero residente, antes ingeniero de obra.

<sup>5</sup>el contratista como se conoce hoy, a la persona natural o jurídica que ejecuta cualquier obra de construcción.



cumplir requerimientos legales exigibles por el estado, como las normas de higiene y seguridad ocupacional; se hace cargo de la planificación, coordina al personal que lleva directamente la marcha de la obra y a todos los subcontratistas que intervienen en la obra. Hace requerimientos de materiales oportunos y elabora reportes de avances de la obra, ejecución de obra y las actividades de control, tales como calidad, organización del personal, actas, mediciones, valuaciones y demás actos administrativos.

Desde mediados del siglo XX hasta la fecha, primeros 15 años del siglo XXI, se ha tenido grandes avances en las distintas áreas de la ejecución de proyectos, de edificios altos con interés social para uso de vivienda de la población, principalmente urbana, en los distintos niveles de ingresos salariales y clases de población o familias que no tienen vivienda propia, que alquilan, u otra causa; pero más que todo, atendiendo a las familias de bajo ingresos. En esta perspectiva, se ha hecho la ejecución propia de obras de construcción de edificios altos que han ido desde dos, tres, cuatro, a ocho niveles y mayores, con áreas por apartamento unifamiliar desde unos 25 m<sup>2</sup>, 48 m<sup>2</sup>, y con alturas que han alcanzado los 30 m o mayores; en donde, en esta etapa de ejecución, es vital el desempeño administrativo y técnico del ingeniero residente, cumpliendo los distintos procesos y requerimientos, ya que, por ejemplo, hay gran cantidad de leyes y normativas afines a ello, donde a las empresas constructoras se les exige que su personal director en obra sea muy calificado e idóneo, que tenga el

conocimiento y capacidad para desarrollar los proyectos con buena o muy buena calidad, a partir del cumplimiento en la buena aplicación de estas.

## 1.2 Planteamiento del problema.

Todo proyecto de obra civil, requiere ingenieros civiles, administrativa y técnicamente, capacitados en la ejecución de proyectos de edificaciones altas, para que sean llevadas a cabo lo más satisfactoriamente, para cumplir con los objetivos programados y contenidos en los contratos firmados. Esto, para un desempeño eficiente, cumpliendo por ejemplo, plazos, presupuestos establecidos y satisfacción a los propietarios de la obra.

En el lugar del proyecto, donde se ejecuta la obra, se necesita un ingeniero civil con experiencia, encargado de las actividades de planificación, organización, coordinación, dirección, administración, control y ejecución del desarrollo de las obras, de acuerdo con los plazos contractuales, presupuesto, especificaciones, aplicando especificaciones, normas, códigos y leyes y todas las legalidades correspondientes; todo esto, en el marco de las funciones, responsabilidades, actividades y tareas del ingeniero residente. En tales casos, tradicionalmente, este puesto lo ha ejercido un ingeniero civil, con poca experiencia o formado empíricamente en esta área en base a su práctica y experiencia de su ejercicio profesional en la dirección de la ejecución de obras de varios tipos donde pocas veces se tiene oportunidad de participar en ejecución de edificios altos.

Un recién graduado<sup>6</sup> de ingeniería civil, sin experiencia en ejercer el puesto de ingeniero residente, éste se ocupa principalmente de aplicar en lo del área administrativa en la ejecución de las obras, pero es insatisfactorio; el perfil, para este puesto, basado sólo de la práctica, todavía prevalece, ya que por medio de la experiencia en el campo laboral es cuando se tienen que asumir estas responsabilidades, cuando se presenta la necesidad de aceptar o integrarse de hecho en el puesto de ingeniero residente; siendo esto, una limitación de los proyectos en la ejecución y cumplimiento de todos los requisitos y la satisfactoriedad del buen construido. Pero además del recién graduado, podrían así también, ejercer el puesto de ingeniero residente, los profesionales ingenieros civiles o técnicos que se hallan dedicado a ciertas ramas de la construcción; por ejemplo, el encargado del diseño y consultoría, pero siendo más técnico de su área especializada dando más énfasis a ello y muy poca experiencia en el área administrativa de un proyecto, lo cual, puede conllevar a problemas tales que por ejemplo, los objetivos de ejecución, parciales o totales no estén claros, una planificación pobre o ausente, un control débil, inadecuada administración de los riesgos, mala comunicación, etc.; pero, finalmente los resultados o consecuencias se tienen cuando hay eventos devastadores como los frecuentes sismos, que constantemente ocurren en el país como en Mayo de 1965, Octubre de 1986, Enero y Febrero de 2001.

---

<sup>6</sup>En los planes de estudio, hasta el año 1966, se tenía la asignatura construcción de edificios.

Los ingenieros residentes al encargarse de la ejecución total de los proyectos de pequeñas, medianas y grandes obras; de estas mismas magnitudes y montos de inversión, las tienen que manejar bien para el buen éxito. Sin embargo, como es puesto en múltiples ocupaciones y responsabilidades, debe haber un equipo de especialistas en su apoyo, tal como el diseñador, el laboratorio de control de calidad, el supervisor etc.; también, hacerse acompañar de técnicos o ingenieros auxiliares a los que delegue responsabilidades directas de la ejecución, sin que por ello deje de tener control sobre estos. Así por ejemplo, el ingeniero residente se encarga directamente de gestiones como:

- ✓ Administrar: autorizar pagos, llevar una bitácora en orden, realizar informes de avance financieros, gestionar pagos de estimaciones en firma, integrar personal técnico propiamente, y realizar subcontratos de obras, etc.
- ✓ Controlar en la ejecución del proyecto: tiempos de ejecución, costos y calidad.
- ✓ Dirigir todo el personal a su cargo y los trabajos de construcción asignados respectivamente en las distintas actividades y procesos constructivos, de acuerdo con la programación aprobada y vigente.
- ✓ Organizar las cuadrillas de trabajo, disponer del uso de maquinaria y equipos.
- ✓ Dirigir y organizar los procesos constructivos.

- ✓ Prever riesgos y cualquier posibilidad que afecte la buena marcha y la eficiencia en la ejecución del proyecto en construcción.

Estos son por ejemplo, lo de sus haceres en obra en ejecución, a su cargo.

Lo citado, indica la importancia que tiene la labor y el cargo de ingeniero residente en la construcción de edificios altos; pero, aún persiste en su ejercicio el experiencialismo y el empirismo, que también podría dar validez a decisiones intuitivas en lo bueno de sus haceres. Esto último se da más en situaciones imprevistas o críticas de la ejecución en riesgo o conflicto de cualquier índole en el proyecto en cuestión, lo cual indica que el ingeniero residente requiere buena formación y capacidad administrativas y técnica profesional para resolver bien en toda instancia que le toque tomar decisiones para la buena ejecución del proyecto, de la obra.

### 1.3 Objetivos.

#### a - Objetivo general.

- ✓ Crear una propuesta metodológica de las principales actividades administrativas y técnicas que aplica el ingeniero residente constructor, en la gestión y ejecución de proyectos de edificios habitacionales hasta diez niveles.

#### b - Objetivos específicos.

- ✓ Describir las distintas actividades administrativas y técnicas que son responsabilidad del ingeniero residente constructor de edificios altos habitacionales, hasta diez niveles.
- ✓ Detallar el desempeño del ingeniero residente en obra; para el control de todas las actividades que le compete en la ejecución del proyecto de edificios altos.
- ✓ Proponer las funciones actuales que se aplican en la realidad; particularmente, en los edificios altos en ejecución, en lo administrativo y técnico correspondiente al puesto ingeniero residente constructor.
- ✓ Ejemplificar la aplicación de los contenidos de la propuesta metodológica, respecto al puesto de ingeniero residente, en el caso de una obra en ejecución o proyecto específico de un edificio alto.

#### 1.4 Alcances.

Desarrollar una orientación actualizada, administrativa y técnicamente, para ejercer el puesto de ingeniero residente constructor; por ejemplo, en las distintas actividades, basadas en procedimientos metodológicos que conllevan a los ingenieros civiles a conocer bien, todos los aspectos administrativos y técnicos, y responsabilidades que debe tener y asumir en un caso de edificio habitacional alto, en sus distintas labores y tareas que un proyecto de construcción requiere; todo esto, contenido en una propuesta metodológica estructurada, como lo indica el tema de este trabajo de graduación.

### 1.5 Limitaciones.

La agilidad con que las instituciones y empresas profesionales involucradas en la construcción proporcionen, documentación y entrevistas solicitadas; donde ellos enriquezcan con su experiencia y criterios de decisión respecto a la especificidad de acciones y gestiones administrativas que pertinentemente contenga la propuesta estructurada y actualizada en el puesto de ingeniero residente constructor de edificios altos.

### 1.6 Justificaciones.

Basándose en la experiencia de los proyectos de edificios altos ejecutados, total o parcialmente, que se encuentran funcionando una vez se hayan puesto en operación para los usuarios, son referencia importante para el desarrollo moderno de las edificaciones altas con materiales y tecnologías innovadoras. De ahí que normalmente, van apareciendo ciertos tipos de problemas que son objeto de enmendadura, corrección, ajuste, cambio o modificaciones, pero que cualquiera de estas representan más costos y asumir responsabilidades contraídas de buena obra ; así mismo, la gradualidad calificadora en la que se coloca la empresa cuando esta cae fuera de lo que se pudiera considerar normal en los resultados del como construido; esto mismo, también, para el ingeniero (residente de obra) que estuvo a cargo de la ejecución del proyecto; en estos dos últimos citados representan el prestigio y la prospección de las empresas en su sostenibilidad y avance empresarial como empresa constructora ejecutora de proyectos, lo cual resulta de lo afinada que sea la administración y gestión de los

proyectos de ejecución o ejecutados. Así, contrario a lo que se pudiera considerar fuera de una normalidad, representará los errores cometidos dentro del desarrollo del proyecto en ejecución, los cuales son una miscelánea de las prácticas administrativas y gestadoras realizadas y las de carácter técnico dentro del marco del proyecto tal como se contrató dentro de los términos jurídico-legales y que dieron lugar a la orden de inicio hasta la finalización y entrega de obra y planos como construido; y buena obra.

Un recién graduado de ingeniería civil, está capacitado con conocimientos técnicos de su área, pero está limitado en lo administrativo<sup>7</sup>, dirección y gestión en marcha del proyecto; así, no está lo suficientemente capacitado o “fogueado” en la práctica, para asumir conscientemente las responsabilidades del puesto de ingeniero residente en la ejecución de un proyecto de obra civil, de edificios altos para uso de vivienda.

Para una empresa constructora, es de gran importancia tener a un buen ingeniero residente, bien o altamente capacitado en las áreas administrativas para cumplir con los tiempos y costos planificados; éste, debe tener una base de conocimientos administrativos y técnicos, bien conocidos, con su aplicación atinada, para alcanzar las utilidades proyectadas y el éxito del proyecto y de la empresa. Se debe considerar buenas decisiones al momento de utilizar los recursos necesarios, por ejemplo, costos y tiempo, para no tener pérdidas

---

<sup>7</sup>Las áreas de planeamiento y administración de obras que se estudian son insuficientes porque su contenido en procedimientos constructivos, costos, presupuestos y programación es escaso.



financieras y empresariales en la empresa constructora. También, es importante que un ingeniero residente tenga buenos criterios<sup>8</sup>, que son la clave para tomar las mejores decisiones administrativas y técnicas al momento de evaluar los procesos en la ejecución del proyecto, los cuales determinarán la buena ejecución del proyecto de la obra civil, el edificio alto, y garantizar el buen funcionamiento de este, al más largo plazo y duración, en buen estado. Todavía es una práctica en las empresas constructoras dar o asignar el puesto de ingeniero residente por oportunidades; ósea, basándose más en la experiencia por participación profesional en ese cargo, en donde hay más de criterios intuitivos y prácticos empíricos que a éste encargado le son “conocidos”, a través de estar formando parte de un equipo encargado de la ejecución de la construcción. Así, aunque persistan tales prácticas, es necesario que haya apoyos que propicien aclarar o conocer bien lo correspondiente a las gestiones que son más de carácter administrativo que de especificidad de un área, del que hacer técnico pero muy falto de llevar a cabo el gestionamiento administrativo permanente en la ejecución de las obras en construcción.

## 1.7 Metodología de la investigación a desarrollar

### a. Investigación Bibliográfica.

Se recolectará información en la temática de administración en la construcción de edificios, altos y de área técnica de procedimientos constructivos, contenida

---

<sup>8</sup>Para que su actuación y desempeño sea de buen criterio.

en libros, trabajos de graduación, revistas, normas, reglamentos, especificaciones, códigos, otros. Casos de edificios altos. Además, se utilizará información virtual.

b. Asesorías con Docentes Directores.

Se reforzará con asesoría técnica y académica de los docentes directores, quienes a través de sus conocimientos y experiencias, orientarán sobre dudas y harán sugerencias, guiando el transcurso de la investigación. Se establecerán reuniones programadas con profesionales externos que han ejercido lo relativo a administrar las construcciones y del puesto de ingeniero residente constructor; así mismo, ingenieros constructores empresarios o no pero que tienen experiencias profesionales, más que todo en el puesto de ingeniero residente.

Visitas técnicas de campo

Se llevará a cabo visitas técnicas de campo, realizando entrevistas y encuestas con ingenieros residentes de obra, con el objetivo de corroborar y enriquecer la información recabada. También, se harán visitas a gremiales, instituciones públicas y privadas; entrevistas a expertos, con el propósito de obtener recomendaciones, según su experiencia, con respecto a, por ejemplo, las actividades que debe de realizar el ingeniero residente, constructores de edificios altos.

c. Análisis de resultados.

Con la información recabada, y asesoría de documentos, por los directores de este trabajo de graduación, se analizarán, por ejemplo, las distintas actividades realizadas por el ingeniero residente, y aquellas que deja de hacer; y, sistematizar las actividades, funciones, tareas, responsabilidades, que éste realiza, detallando todas y cada una de ellas, a fin de que se tengan explícitas en su aplicación para la obra que ejecuten los ingenieros residentes constructores.

1.8 Planificación de los recursos a utilizar.

Los recursos que se utilizarán en el trabajo de graduación se dividen en tres grupos, estos son, humanos, materiales y financieros. Los cuales se detallarán como sigue:

a. Recursos humanos.

- ✓ Integrantes del trabajo de graduación: tres bachilleres egresados.
- ✓ Asesores: Tres asesores internos, docentes de la Escuela de Ingeniería Civil.

b. Recursos materiales.

- ✓ Papelería:
  - Papel bond

- Fólderes
- CD'S
- Fastener
- Cuadernos
- Bolígrafos
- Lápices portaminas
- Marcadores
- Engrapadora
- Grapas
- Sacabocados
- Libretas
- Tinta para impresor

✓ Equipo.

- Computadora portátiles
- Fotocopiadora multifuncional
- Memoria USB

c. Recursos financieros.

✓ Viáticos.

- Alimentación

- Refrigerios
- Vestimenta formal (Exposiciones)
  
- ✓ Transporte.
  - Transporte propio/Gasolina y mantenimiento.
  - Transporte público
  
- ✓ Comunicaciones.
  - Telefonía residencial
  - Telefonía celular
  - Internet
  
- ✓ Gastos de administración
  - Electricidad
  
- ✓ Otros
  - Gastos de refrigerios en evaluaciones.

## 1.9 Presupuesto de la realización del trabajo de graduación.

Tabla 1.1 Presupuesto de trabajo de graduación.

ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (\$)	SUB TOTAL (\$)
<b>PAPELERIA</b>				
Papel bond	18	Resma	3.5	63
Fólderes	1	Paquete	5	5
CD'S	1	Torre	3	3
Fastener	1	Caja	5	5
Cuadernos	3	Unidad	1	3
Bolígrafos	6	Unidad	0.2	1.2
Lápices portaminas	3	Unidad	0.6	1.8
Marcadores	4	Unidad	1.25	5
Engrapadora	1	Unidad	10	10
Grapas	1	Caja	2.5	2.5
Sacabocados	1	Unidad	6	6
Libretas de apunte	3	Unidad	0.75	2.25
Empastados duros	12	Unidad	20	240
Tinta para impresor	2	Kit (4 Colores)	10	20
<b>SUBTOTAL</b>				367.75
<b>EQUIPO</b>				
Memoria USB	1	Unidad	10	10
Fotocopiadora multifuncional	1	Unidad	270	270
<b>SUBTOTAL</b>				280
<b>VIÁTICOS</b>				
Alimentación	288	Plato	2.5	720
Refrigerios	288	Unidad	1	288
vestimenta formal (Exposiciones)	3	Traje	80	240
<b>SUBTOTAL</b>				1248
<b>TRASPORTE</b>				
Transporte Propio/Gasolina	156	Galones	3.75	585
Transporte Público	9	Salidas	1	9
<b>SUBTOTAL</b>				594
<b>COMUNICACIONES</b>				
Telefonía fija	120	Minutos	0.15	18
Telefonía Celular	624	Minutos	0.18	112.32

Internet	6	Plan (mensual)	15.81	94.86
<b>SUBTOTAL</b>				130.32
<b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>				
Electricidad	6	Mes	4	24
Refrigerios para evaluación	4		5	20
Refrigerio para evaluación Final	1		30	30
<b>SUBTOTAL</b>				74
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				2694.07
Costo por participante				898.02

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**



## 2.1 Definición y descripción de los conceptos básicos a aplicar.

### 2.1.1 Administración.

Es la integración de esfuerzos profesionales dirigidos por personas responsables para la planificación, organización, dirección, control, coordinación, y ejecución de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos, del conocimiento, etc.), con el fin de obtener el máximo beneficio y rendimiento posible, económico, social, empresarial; basados en objetivos, metas y alcances a satisfacer en la producción o construcción a realizar, en cualquier tipo de proyecto.

La visión y la acción de la empresa en su desarrollo cada vez innovadora, optimizadora, adaptada a técnicas y tecnologías modernas, se reflejan en la práctica administrativa para la sostenibilidad de mantenerse operando sostenidamente en el mercado y la industria de la construcción del país; entre los beneficios más inmediatos y específicos, por ejemplo, mantener activos los clientes que son la proyección y prospecto del trabajo y que las actividades se ejecuten favorables con holgura que representen estabilidad empresarial y sostenibilidad.

### 2.1.2 La Planificación.

Es la tarea previa a realizar una serie, o conjunto, de actividades componentes del desarrollo a cumplir en conjunto, a partir de una idea o proyecto de construcción; en donde ordenadamente se prevé la consecución más

aproximada de buenos resultados del emprendimiento de la obra de construcción. Esta es una forma sistematizada en unidad de lo que sería el proyecto u obra necesitada.

### 2.1.3 La Organización.

Está asociada a un sistema de ordenación y jerarquización bien estructurada por importancia de responsabilidad, está íntimamente relacionada con todos los recursos a utilizar para alcanzar metas y objetivos.

### 2.1.4 La Dirección.

Es la habilidad y dominio que el encargado de un emprendimiento o proyecto hace para el logro exitoso. Esta aplicación se basa en la buena previsión y provisionamiento indicado por el proceso lógico de producción a cumplir lo planificado y en la marcha o desarrollo de un proyecto, en las distintas actividades en las construcciones u obras civiles. Así, el guía, motiva a los trabajadores para lograr los objetivos, metas y alcances de la empresa; a la vez, procura buenas relaciones duraderas entre todos los participantes, la empresa y propietarios.

### 2.1.5 El Control.

Es la forma técnicamente ordenada y sistemática de dar seguimiento continuo e ir teniendo conocimiento exacto de los haceres en cada actividad de los procesos de producción o construcción, que estos se cumplan tal como se ha indicado técnicamente en normas y especificaciones contractuales, para satisfacer

profesional y empresarialmente lo necesitado, requerido u otro, de la obra y el proyecto encargado en su ejecución.

#### 2.1.6 La Coordinación.

Es la actividad cuya acción es integradora de todas las distintas actividades de producción en la ejecución de los procesos productivos (constructivos), a efecto de cumplir eficientemente las metas, de la obra, proyecto y empresa. Toma control de las acciones y comunicación direccional; así mismo, distribuye toda acción a realizar y recepciona la realizada; con todo ello a detalle, lleva una marcha consciente del proyecto, con respecto a “lo que pasó en cierto momento, está pasando y lo que puede ocurrir”, tal como en la prevención. Es un centro de actualización, en donde se puede encontrar todo en cuanto a acción y decisión de obra en ejecución.

#### 2.1.7 La Ejecución.

Es el proceso en marcha para convertir en realidad la planificación, la organización, el control, la coordinación y demás actividades, en donde con la aplicación de todos los recursos y procesos de producción de obra de cada actividad, están resueltas en máxima eficiencia por rendimientos en el desempeño, y se generan las mejores expectativas del proyecto y la empresa, del propietario. Es la etapa y es la actividad clave que pone a prueba la eficiencia y el rendimiento de toda gestión de cada proyecto u obra, desde la formulación hecha hasta la entrega final. Finalizada la ejecución, los resultados evaluados

técnica y administrativamente, las utilidades que genera esta inversión; la buena calidad, etc., representan la sostenibilidad y el éxito de la empresa constructora, etc.

#### 2.1.8 La Previsión.

Es el anticipamiento a que en la práctica, en la formulación y en la ejecución, ocurra algún tipo de falla, inconveniencia, errores, u otro, que inciden en la buena marcha de la obra o actividad del proyecto, para que las estimaciones en la formulación, en la ingeniería del proyecto se cumpla tal o mejor como lo establecido contractualmente y a satisfacción del propietario y la empresa constructora.

#### 2.1.9 La Gestión.

Toda acción efectiva que se desarrolla alcanzando objetivo de avance en cada una y todas las actividades planeadas en la formulación de un proyecto u obra, en un proceso de producción de obras civiles o construcción; para el cumplimiento de las fases del proceso administrativo en un proyecto productivo.

#### 2.1.10 La Programación.

Es la forma bien definida, ordenada y organizada, planeada (lo más estimativamente objetiva) a través de un esquema a utilizar de guía a cumplir, que contiene la asignación de los recursos previstos en cada una y todas las actividades de la producción de la construcción u obra civil.

#### 2.1.11 El Seguimiento.

Es una actividad continua de control e información actualizada del desarrollo de una obra o proyecto que se hace en construcción en la empresa constructora; es el control continuo y sistemático que se tiene que llevar durante la ejecución, sobre lo planificado. Esta utiliza indicadores; determina avances y logros de objetivos, uso de fondos asignados, forma de administración que se lleva, etc.

#### 2.1.12 La Calidad.

Es el cumplimiento de requerimientos, indicadores y parámetros técnicos y específicos principalmente; que satisfacen las características especificadas contractualmente para buen funcionamiento y duración seguras. La buena calidad debe ser en los procesos, en las técnicas; en los productos que se utilizan, en la mano de obra, en la administración, en todos los aspectos que conllevan a producir y laboreo continuo, en los procesos de producción de obra de construcción.

#### 2.1.13 Lo Contractual.

Es el contraimiento de obligaciones (y derechos) entre dos o más partes, personas naturales o jurídicas, empresas o instituciones, en donde se estipulan todos los aspectos indicados por los interesados, cuyos contenidos están expresados en el marco de lo jurídico legal, del país. El contrato firmado y protocolizado es la expresión de todo esto.

#### 2.1.14 La Supervisión.

Es una actividad que complementa el hacer bien o buena calidad en la ejecución, en donde se constata, se recuenta, se comprueba y se verifican los construidos, expresados en todo lo del proyecto; se hace según avance en la ejecución; es una actividad con la que se indican avances en los alcances, metas y objetivos previstos. La supervisión es la referencia clave en la ejecución de la obra y los proyectos; es una responsabilidad paralela en la ejecución de las construcciones de obras civiles.

#### 2.2 Las principales funciones del Ingeniero constructor o ingeniero residente.

El ingeniero residente realiza funciones administrativas y técnicas. Así, él debe saber aplicar los conocimientos técnicos y administrativos de su profesión, los cuales deben ser de su dominio y principalmente los técnicos; está capacitado para desarrollar eficientemente las actividades de incumbencia de su puesto, y cumplir con sus obligaciones, y las contractuales del proyecto, de la empresa. De ahí, que estas funciones que desempeña el ingeniero residente son de naturaleza más administrativa- técnica, pero predominantemente administrativas. Así, el ingeniero residente es un gestor y es un ejecutivo dentro del sistema de gestión que tiene la empresa.

##### 2.2.1 Las funciones administrativas del ingeniero residente constructor.

El buen manejo de las funciones administrativas por el ingeniero civil residente, conlleva al desempeño eficiente en el desarrollo de una obra o proyecto. Entre

las funciones técnicas, que también son de su dominio y control, el ingeniero residente puede delegarlas y les da seguimiento y control; ya que es el cargo de ingeniero residente, en la empresa su función principal, requiere que él haga énfasis de dominio en todas las funciones administrativas de la obra o proyecto, ya que está en juego su prestigio profesional, y el de la empresa contratista que él representa. Así, en el ejercicio de su cargo se desempeña como lo que se describe en cada ítem indicado.

#### 2.2.1.1 Tener buenas relaciones profesionales con todas las partes involucradas en una construcción.

Como el eje central, vértice, coordinador, el supremo en la obra; le corresponde un puesto jerárquico, por la importancia relevante del puesto y las responsabilidades correspondientes, al ejecutar el monto total de inversión de la obra, por el éxito en la consecución de la obra con buena calidad y funcionamiento seguro.

El ingeniero residente, hace y propicia las relaciones entre cliente, supervisor, empresa constructora, y demás profesionales en la obra; da cuentas del control de calidad, lo medioambiental, la higiene y seguridad laboral, etc. También, ha de mantener las relaciones armoniosas con el personal obrero, sindicatos, e instituciones afines con la industria de la construcción.

- ✓ Algunos aspectos que llevan a relacionarse, al ingeniero residente con los demás profesionales durante la ejecución, son las siguientes:

- ✓ Informar al ingeniero supervisor cómo se van ejecutando en el día a día las actividades y supervisar conjuntamente con él. A través de un reporte, día a día, al personal a su cargo y sesiones de trabajo con ellos dentro de lo programado del control y seguimiento que se hace, y detección y solución de problemas o como en la obra se ejecuten dentro de los aspectos específicos de la producción de obra o conducción de este.
- ✓ Con el ingeniero de control de calidad coordinar y solicitar los respectivos ensayos de los materiales de construcción y problemas y soluciones; por ejemplo, de los suelos y las pruebas de laboratorio del concreto (reventamiento, temperatura del concreto, resistencia; etc.)
- ✓ Con el ingeniero de medio ambiente y el ingeniero de Higiene y seguridad ocupacional, el cumplimiento de lo normado al respecto y lo demás que va conllevando propiamente la ejecución en obra y consecuentes. Por ejemplo, disposición final como vertido, de los desalojos de desechos de obra, etc.
- ✓ La empresa constructora, por medio del gerente hace la relación con el ingeniero residente para informar; salvo que de forma especial, la empresa decida comunicarse con el ingeniero residente a través de las diferentes áreas, financiero, área administrativa, etc.; esto preestablecido en los términos correspondientes como procedimientos administrativo legal de la misma empresa como norma interna, lo cual se certificaría en todo caso.



- ✓ La relación con los sindicatos es, sobre todo, para solicitarles apoyo en relación con el personal, por ejemplo si tiene mano de obra disponible para la obra gris. También, cualquier conflicto con estas organizaciones debe resolverse en base a las instancias legales correspondientes, siendo el ingeniero residente, el principal conocedor en obra para negociar con los representantes legales de la empresa o sus apoderados legales y demás instituciones involucradas en superar lo planteado.
- ✓ Con los proveedores de materiales, la relación en lo técnico es indirecta, ya que las compras de materiales las realiza la oficina central con el recomendable o aconsejamiento técnico conveniente a su criterio. Sólo en algunos casos los proveedores visitan la obra para negociar precios de productos con el ingeniero residente; pero tiene sus procedimientos y límites de esta acción.

Es común e inevitable, que durante la construcción de las obras se presenten disputas y controversias de diversa índole que dan lugar a conflictos. Un ambiente cordial y profesional propicia buenas relaciones humanas dentro de cualquier interacción humana, lo cual hará más fácil la solución de los conflictos. La actitud del ingeniero residente en la obra debe ser agradable, pero impersonal; debe mostrar una actitud de colaboración, pero a su vez evitar la familiaridad. Se concentrará en sus funciones y responsabilidades, asumiendo el puesto como tal

y las implicaciones propias del proyecto, en su realización sin complicaciones que lo pongan en riesgos.

2.2.1.2 Cumplir con el control de facturación y seguimiento de los costos según lo previsto por el proyecto.

El ingeniero residente de obra aplica todos los lineamientos establecidos por la empresa constructora, para monitoreo y control de costos presupuestados del proyecto, la facturación de materiales y mano de obra (planilla, sub-contratos, materiales, alquileres, etc.) en base a fechas y costos del proyecto, etc.

2.2.1.3 Controlar la buena aplicación de normas de higiene y seguridad laboral en la obra, cumpliendo con todas las normativas y lo contractual.

Las empresas, para con sus trabajadores, están obligadas a dar protección a la vida, integridad corporal y salud de todo el personal que labora en el lugar de la obra o proyecto. En obra, esta responsabilidad recae sobre el ingeniero residente, ya que él es el representante de la empresa contratista, y es el que debe de velar por el cumplimiento de esta obligación.

La seguridad en las construcciones se debe tomar en muchos aspectos y actividades de las obras y proyectos. En todo ese momento velará por la prevención de accidentes y riesgos, implementándola, por ejemplo:

- ✓ En lugares de circulación en la obra y desplazamiento en áreas de trabajo: se deberán señalar; evitar lugares de riesgo donde la maquinaria pesada se encuentra en uso, etc.

- ✓ Mantenimiento de la Limpieza y el orden: colocar las piezas de encofrados y herramientas en el lugar correspondientes antes y después de su uso, designar un responsable de la limpieza general; esta persona lo hará por día rotando en el equipo de auxiliares, etc. Ver figura 2.1

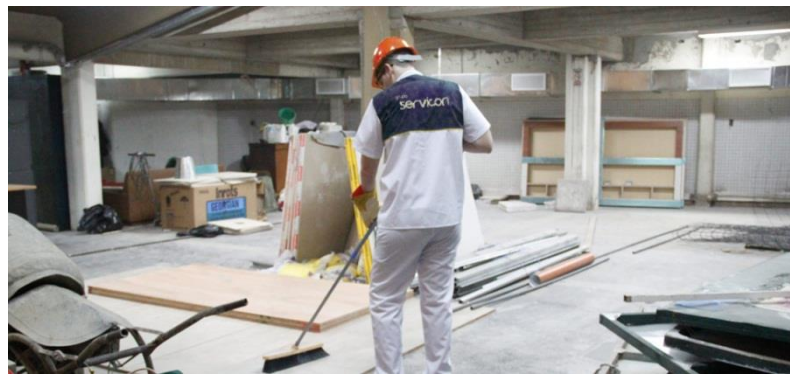


Figura 2.1 Ejemplo de limpieza y orden en el área de trabajo

- ✓ Protección Personal: respetar los lineamientos establecidos por las normas de seguridad como uso de cascos, lentes, guantes, botas, chalecos, arneses, etc. Ver figura 2.2.



Figura 2.2 . Equipo de protección personal más común en una obra de construcción.

- ✓ Excavaciones: uso de ademados, uso de mascarillas en excavaciones muy profundas, colocación de barrera en el contorno de la excavación, etc.
- ✓ Caídas de Altura: uso obligatorio de arneses a partir de una altura sobre el primer nivel, uso de calzado con suela antideslizante para evitar resbalones, restricción de equipo electrónico que pueda distraer al trabajador (celulares), armar cuidadosamente el equipo de andamiaje, pasamanos, etc. Ver figura 2.3.



Figura 2.3 Protección de caída usando bardas, vallas o jaulas en altura.

- ✓ Caídas de objetos: utilizar cinturón porta herramientas para evitar la caída de martillos, alicates o tenazas de mano, destornilladores, cinta métrica, etc.

- ✓ Área Eléctrica: señalización adecuada, uso de equipo y herramienta con aislamiento, instalación adecuada de tableros eléctricos, etc. Ver figura 2.4.



Figura 2.4 Ejemplo de malas instalaciones eléctricas.

- ✓ Maquinaria Liviana: conexión con la debida protección y el voltaje adecuado, personal capacitado en el uso del equipo, mantener la distancia adecuada cuando se está haciendo uso de estas maquinarias, etc.
- ✓ Maquinaria Pesada: personal capacitado en el uso de esta maquinaria; restricciones en el área de trabajo cuando esta maquinaria pesada este en operación, etc.
- ✓ Manipulación de cargas: uso de fajas para evitar lesiones al levantar objetos pesados, seguir instrucciones correctas para levantar cargas que no generen esfuerzo excesivo, etc. Ver figura 2.5.



Figura 2.5 Forma correcta e incorrecta de levantar objetos pequeños pesados a mediana altura.

- ✓ Herramientas en uso por el obrero: mantenerlas en lugares adecuados, verificar que en los martillos, almádanas y hachas los cabos (mangos) contengan cuñas bien empotradas y segura de que el fierro no se salga con los golpes; todas las herramientas deben de estar secas y limpias, libres de aceite y grasa u otro para sujetar bien el mango, etc.
- ✓ Señalización: colocar la debida señalización en los lugares adecuados, los cuales se exigirá respetar durante se ejecute y entregue el proyecto de obra. Ver figura 2.6.



Figura 2.6 Diferentes tipos de señalización exigibles utilizadas en la construcción.

#### 2.2.1.4 Actualizar la Planificación y programación de la obra.

La planificación de una obra, también, contiene el calendario de ejecución del conjunto de actividades y recursos asignados, presupuesto y tiempos previstos, durante la ejecución de cada una de las actividades y del total de obra. Esta es útil para la toma de decisiones, reducciones de problemas, riesgos e imprevistos, pérdidas, atrasos, control de todos los recursos, y de las actividades mismas y su avance, organiza y ordena todo, etc. Una vez el proyecto u obra se inicia, se lleva el correspondiente avance, preferible diariamente, para ir sabiendo legítimamente el porcentaje de avance, de tiempo y demás recursos para buena administración.

Es necesario que con el avance de la obra, el ingeniero residente, actualice la programación (Ver figura 2.7), ya que existe la posibilidad de modificar los recursos asignados a cada tarea para ajustarse a las condiciones más

convenientes. Esta actualización produce una aceleración o deceleración en la realización de actividades con el consiguiente aumento o disminución, por ejemplo, del costo directo, produciendo una correspondencia entre el costo directo de cada actividad y el tiempo invertido en su ejecución, lo cual proporciona la posibilidad de un ajuste costos-tiempos, adaptable a las necesidades de plazo o a la inversión económica del momento. Se hace el estudio de costos y sensibilización, cuando pertinentemente así se considere necesario, de estos en costos actuales y futuros, se resuelve convenientemente, por ejemplo, para efectos de control de inversión y utilidades, u otro tipo de objetivo en producción, ya que durante las distintas fases o etapa de la obra o proyecto de ejecución, varias condiciones que se tenían cuando se formuló o contrató el proyecto, cambiaron repentina y sustancialmente alguna vez, y se tendrá que revisar muchas cosas que pueden no ser válidas para el momento y lo que sigue y se hacen los correspondientes ajustes.



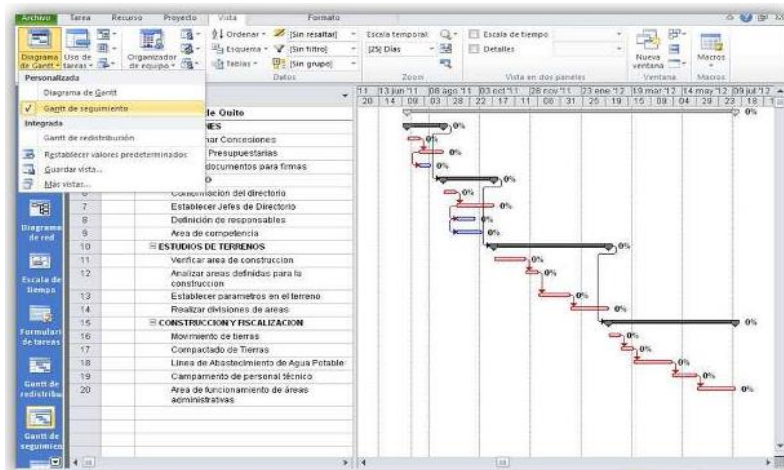


Figura 2.7 La utilización de software, ha hecho que las programaciones de obra sean cada vez más fáciles, por ejemplo, el manejo de programas como Microsoft Project.

#### 2.2.1.5 Mantener la bitácora ordenada y actualizada con el supervisor de la obra.

La bitácora de obra<sup>9</sup>, es el instrumento jurídico-legal mediante el cual se deja constancia de lo sucedido en la obra, día a día. Es un medio de comunicación y de mando que el ingeniero residente debe utilizar de manera correcta y sistemática durante todo el desarrollo de la obra en ejecución. Cuando una disputa trasciende al ámbito de los tribunales, la bitácora es una prueba legal de gran importancia y puede ser el factor que incline la balanza hacia una de las partes en el conflicto. De ahí que las anotaciones deben ser claras, concretas, veraces y oportunas. Dado su carácter legal (con igual valor probatorio que el contrato, los planos y las especificaciones constructivas), es importante, que el

<sup>9</sup> Este instrumento, es una libreta de tamaño carta o según se indique, hojas cuadrículadas, original y cuatro o seis copias en distintos colores cada juego, en block de 150 a 250 juegos o como se indique. En ella se hacen anotaciones descriptivas y textuales y los esquemas respectivos.

ingeniero residente resguarde la bitácora para cuidar su integridad y velar por que siempre permanezca en la obra. La utilización de la bitácora, está restringida a un representante del dueño (la supervisión) y a un representante del constructor; en algunas ocasiones ambas partes pueden estar representadas por más de una persona, pero en cualquiera de los casos únicamente podrán hacer uso de la bitácora quienes acrediten sus cargos y firmas en la primera hoja. Además, todas las hojas deben estar foliadas y cada anotación que se haga debe incluir las firmas de las dos partes, la fecha, e incluso la hora, si el evento reportado lo amerita.

Una bitácora de obra que contenga toda la información de conformidad del constructor y del supervisor, es un documento efectivo de comunicación formal; y además, evitará discusiones y conflictos que tienen su origen en diferentes recuerdos e interpretaciones de hechos no documentados.

#### 2.2.1.6 Coordinar y supervisar la realización de los planos de Construcción.

La elaboración y aprobación completa de los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones antes de la construcción de una obra son de suma importancia, porque contienen las características y especificaciones técnicas propias de toda la obra a construir. Evitará incurrir en gastos innecesarios, por ejemplo, comprar exceso de material y multas por no tener todos los permisos necesarios, municipales e instituciones.

Antes de la construcción de una obra, se dispone contractualmente de planos autorizados después de las aprobaciones correspondientes. Por ejemplo:

- ✓ Planos Arquitectónicos.
- ✓ Planos Estructurales.
- ✓ Planos de Instalaciones Sanitarias y Eléctricas.
- ✓ Especificaciones y copias de todos los permisos actualizados cubriendo el periodo de ejecución y consecuentes.
- ✓ Y demás de los que conste el proyecto total.

Todos los planos contractuales, son documentos fundamentales y son concordantes con el presupuesto de la obra, los permisos de construcción y todos los detalles necesarios para la realización de un proyecto. El ingeniero residente tiene la función de supervisar la elaboración de los diferentes planos realizados por los ingenieros junto a los arquitectos, para obtener la solución constructiva que responda a esas especificaciones.

#### 2.2.1.7 Calidad de los Materiales y Equipos.

El ingeniero residente debe verificar que los proveedores posean certificaciones de calidad en sus productos, antes de pedirlos, para lo cual, se coordina con el ingeniero de control de calidad, para la realización de los ensayos de materiales; y supervisar, junto con el encargado de probar los equipos, el adecuado

funcionamiento de estos y a la vez, asegurarse de su adecuado almacenamiento y control de uso. Si el material o equipo no cumpla especificaciones y normas, no se adapte o no sea el necesitado contractualmente, para los trabajos a realizar serán rechazados por el ingeniero residente.

2.2.1.8 El personal contratado para el proyecto debe ser mano de obra calificada.

Es responsabilidad del ingeniero residente, cerciorarse que las personas contratadas cumplan con todas las condiciones técnicas y legales para su contratación. Por ejemplo, que toda persona contratada tenga buena referencia de las empresas donde trabajó antiguamente, y que presente solvencia de la policía actualizada, etc.

2.2.2 Funciones en el área técnica del ingeniero residente constructor.

El ingeniero civil residente desarrolla funciones más administrativas que técnicas, sin embargo su desempeño profesional y direccional, está técnicamente integrado con las personas delegadas y demás profesionales para estas actividades, para que el proyecto se lleve a cabo de acuerdo con lo contractual. Por ejemplo, con los planos y especificaciones aprobadas, autorizadas y contratadas por la empresa constructora a satisfacción del o los propietarios.

2.2.2.1 Asegurarse que los materiales y equipo que ingresan a la obra satisfacen las normas y especificaciones técnicas.

Los proveedores, cuando entregan sus productos, tienen la obligación de presentar hojas técnicas que respalden la calidad que se está requiriendo en la obra y será exigido por el ingeniero residente. Para ello, el ingeniero residente debe delegar esta actividad a los técnicos correspondientes para que verifiquen que eso se cumpla cuando realizan los ensayos de materiales o pruebas de maquinarias correspondientes.

2.2.2.2 Control en la calidad de los procesos constructivos.

La construcción de edificaciones es el resultado de un orden correlativo de actividades programadas, procesos y subprocesos que se aplican, dentro de los cuales debe existir logística, y organización para optimizar los recursos. Para esto, es necesario conocer las técnicas de construcción a aplicar, las condiciones del lugar; saber interpretar los planos y especificaciones correspondientes, y toda la documentación que se elaboró previamente, se aprobó y contrató.

Es obligación del ingeniero civil residente conocer bien de procesos constructivos, y dar soluciones técnicas en caso que se presenten inconvenientes en aplicación de estos; para ello, debe coordinarse con el personal de campo y la supervisión en el proyecto; así, las obras se realicen en base a especificaciones técnicas y correspondientes planos constructivos y la programación establecida contractualmente.

### 2.2.2.3 Prever y ordenar los muestreos de ensayos de materiales.

Es necesario que el ingeniero civil residente, para control de calidad de materiales y de obra elaborada con cemento de cualquier tipo, programe los muestreos y pruebas de laboratorio según el proceso constructivo que se lleve a cabo, y según la calendarización actualizada de todas las actividades del proyecto de construcción, cuyo fin es determinar, por ejemplo, las propiedades físicas, mecánicas o químicas de un material para comprobar, si cumple o no, los estándares establecidos apegado a lo contractual y decidir si se usa o no en obra.

Ver figura 2.8.



Figura 2.8 Comparación de colores entre la solución con arena (luego de 24 horas) y la placa orgánica de colores Gardner y Prueba de granulometría.

2.2.2.4 Ordenar la suspensión de la obra que no se esté ejecutando de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos del proyecto aprobado y autorizado.

Por los malos procesos constructivos, incumpliendo buena calidad, errores, ajustes, causas de peso justificado, etc., el ingeniero residente está obligado a hacer suspensión temporal del proceso constructivo y dar soluciones posibles para el seguimiento de la obra. También, verificar que se estén cumpliendo las especificaciones técnicas y planos correspondientes del proyecto de manera eficiente y con alta calidad en la aplicación de procesos constructivos, por ejemplo, que a juicio de la supervisión, se tenga mala obra hecha por mano de obra no calificada; equipos y herramientas defectuosas, etc. (ver figura 2.9).



Figura 2.9 Al no respetar lo indicado en los planos y seguir con la construcción, se mayorizan los errores. Ejemplo, desplome de pared; repello ondulado, etc.

2.2.2.5 Elegir el Sistema Constructivo más adecuado para el tipo de tarea a ejecutar en la obra.

El ingeniero residente debe elegir el sistema constructivo más adecuado para la ejecución de las obras haciendo cumplir el diseño. Por ejemplo, elaboración de

concreto en el lugar de obra o planta de prefabricado; módulos de montaje y ensamblaje; y de acuerdo con el material principal a utilizar, sólo acero, concreto reforzado; otros, presforzado o pretensado u otra tecnología de actualidad.

2.2.2.6 Garantizar los acabados de cada elemento de la obra y de las edificaciones construidas.

Realizar un chequeo detallado de los acabados de lo construido al momento de entrega, por ejemplo, vigas, columnas, paredes, losas, marquesinas, parapetos, escaleras, etc., y asegurarse que no presenten grietas o deterioros, por ejemplo, antes de entregar a la supervisión, lo cual siempre es minuciosa, cumpliendo estándares de alta calidad establecidas en las especificaciones técnicas y los planos constructivos autorizados contractualmente.

2.2.2.7 Apegarse a los planos y especificaciones técnicas para la ejecución de la obra y sus alcances respectivos.

Los planos constructivos autorizados contractualmente contienen todas las actividades de un proyecto de construcción a implementar y administrar. La elaboración de los planos constructivos del buen diseño y planeamiento de las actividades de un proyecto de construcción, conllevan al ahorro en costos y gastos; esto, y la mano de obra calificada, garantizan la seguridad y optimiza los tiempos de ejecución. Así, el dominio de los planos constructivos y siguiendo a cabalidad las especificaciones técnicas y procesos constructivos, garantizan la buena calidad de las obras en general.



2.2.2.8 Asegurarse que los rendimientos de ejecución de las tareas de cada actividad en la obra se mantengan dentro de las variaciones máximas aceptables.

Es necesario delegar con asignación de tareas específicas o cargos subdireccionales, designando el jefe de obra y los caporales u otros auxiliares, estos apoyan al ingeniero residente en la ejecución, controlando los rendimientos de mano de obra, buen uso de los materiales (son los costos), y tiempos de ejecución. Con esta información que este personal auxiliar genera en informes específicos, el ingeniero residente verifica los rendimientos previstos con los de campo. Si estas variaciones de rendimientos llegan a ser menos que las aceptables previstas, el ingeniero residente debe tomar decisiones de ajuste; por ejemplo, evaluar bien si es necesario asignar más recursos como mano de obra, más equipos o maquinaria.

2.3 Etapas de desarrollo de las funciones del ingeniero residente constructor de edificios altos durante la ejecución de un proyecto.

En la construcción de todo proyecto de ingeniería civil, en su planeo se desarrolla un orden lógico para proceder a su ejecución, antes de inicio, inicio, desarrollo o ejecución y finalización de la obra. Por ejemplo, la etapa de fundaciones. Las cimentaciones, requieren preparar el terreno y excavar antes de colocar la armadura del acero de refuerzo, moldes y llenado de concreto, y los elementos monolíticamente preparados para lo demás, en continuidad con la etapa de levantar el esqueletaje principal o alma estructural, hecho con cualquier sistema,

armaduría y tejido in situ, pre armado y ensamble; prefabricados modulares y ensamble, etc.

### 2.3.1 Gestiones administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente antes del inicio de la obra.

En esta etapa, el ingeniero civil residente se informa y reúne toda la documentación del proyecto, con lo cual elabora un plan de ejecución a seguir el cual pertinentemente somete a consulta y aprobación con el estaf del ingeniero gerente del proyecto; en donde debe realizar funciones administrativas como: ordenar la documentación legal, tener los permisos respectivos, los servicios básicos y toda la documentación general para que el proyecto se lleve a cabo. En el área técnica, por ejemplo, inspeccionar el terreno y designar el lugar para las instalaciones provisionales.

#### 2.3.1.1 Visita al lugar de la obra, para formular y ejecutar el proyecto.

Antes que nada<sup>10</sup>, el ingeniero residente debe hacer nueva visita al lugar donde se efectuará la construcción y tomar fotografías para luego enviarlas a oficina central; el enfoque contendrá la descripción del terreno, él indicará todos los problemas que se pueden presentar. Se localizan todos los obstáculos que presenta el terreno, naturales o artificiales y pensar la forma más adecuada, de

---

<sup>10</sup> Este término puede equivaler a “primero lo primero”; una vez en ingeniero residente ha aceptado, asumido y dispone de toda la documentación del proyecto, así como la orden de inicio para la ejecución del proyecto in situ, “paquete completo”; tiene en referencia todo, habiéndose informado y revisado para ejercer el puesto, función y responsabilidades. Se convencerá que está emprendiendo las obligaciones de sus funciones, tomando decisiones y dirigiendo desde su cargo y responsabilidades propias de su puesto.

resolver estas situaciones. Si son artificiales, primero se revisa el contrato de compra del terreno para ver si está especificada la existencia del mismo; sino lo indica, evaluar si este es provechoso en la zona aledaña al terreno, y en caso negativo se procede a demolerlo para evitar problemas futuros. El levantamiento topográfico debe contener toda la información lo más detallada posible sobre los accidentes y obstáculos existentes en el terreno. En esta visita se informará, por ejemplo, del mercado de materiales, existencia u oferta de mano de obra; esto consiste en visitar las distintas distribuidoras de materiales de la zona, fábricas, proveedores, etc.; así como, sobre los sindicatos de la región o zona correspondiente, y las tarifas sindicales. Se visitarán las obras de la zona para captar las formas de trabajo del lugar.

Con toda esta información, el ingeniero residente debe valorar si conviene contratar la mano de obra, total o parcial en esa zona; también, debe decidir qué materiales se deben comprar y avisar al departamento de compras en oficina central de cuales materiales necesita que le envíen, basado en precios convenientes.

También, se necesita viviendas para el personal técnico y administrativo que labore en esta obra, en caso de ser lugar alejado; se indagan los precios por renta mensual en alquiler, y avisar sobre las fechas de ocupación de éstas y fechas de salida previstas.

### 2.3.1.2 Servicio básicos en el terreno.

- ✓ El ingeniero residente debe asegurarse de la existencia permanente de servicios básicos en el lugar como electricidad, agua potable, teléfono e internet para hacer uso de ellas en la obra mientras dure la construcción. Si no hubiera alguno de ellos, se procederá a lo siguiente:
- ✓ Electricidad. El ingeniero residente acudirá a las oficinas de la SIGET, y debe presentar una calendarización de la obra, indicando sus requerimientos de energía en cada etapa de esta. Una vez que se tenga esta información, se procede a buscar una solución para este problema con el asesoramiento de esa institución.
- ✓ Agua potable. Disponer de una red de distribución de agua para extraer; si no hubiera, se procede a la perforación de un pozo que proporcione el gasto de agua en el periodo que dure la obra, o bien se puede abastecer de agua por medio de pipas, almacenando el agua en una cisterna o tanque de almacenamiento.
- ✓ Teléfono e internet. Contratar a la empresa que ofrezca mejor costo y servicio de acuerdo a necesidades propias o un plan móvil de teléfono e internet.

### 2.3.1.3 Estudio del suelo de soporte de las construcciones.

El estudio completo de mecánica de suelos en el lugar de la construcción, da las pautas, parámetros y propiedades físico-mecánicas, para el diseño de la

cimentación de la construcción, para la buena estabilidad, tener buena estimación de costo; así mismo, se podrá definir qué tipo de maquinaria debe utilizar, la disponible y cuál alquilar. Si la supervisión tiene estos documentos, y se pudiera disponer de ellos, como muchas veces suele pasar, se solicita una copia de estos. Ver figura 2.10, la prueba SPT perforando un pozo de sondeo hasta suelo firme a propósito de la construcción.



Figura 2.10 Prueba de cimentación estándar (SPT), ensayo necesario para cualquier estudio de suelo para una edificación.

#### 2.3.1.4 Instalaciones provisionales.

Toda obra de construcción, incluye las instalaciones provisionales para que estas satisfagan con sus servicios a todo el personal de trabajo, con comedores, servicios sanitarios, desvestideros, etc. Ver figura 2.11; y todo el personal que se encuentra en la construcción; también, para que se realice el trabajo de la mejor manera posible evitando retrasos<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> La ley prevé que haya este tipo de medio para el trabajador; para propiciar el buen desarrollo del proyecto.



Figura 2.11 Servicios sanitarios portátiles utilizados en obra de construcción. El ingeniero residente, siempre debe presentar la distribución de instalaciones provisionales en un lugar más adecuado, donde no retrasen la construcción y se pueda hacer uso de ellas sin ningún tipo de problema, la cual también tendrá la autorización de la supervisión y cumplirá los reglamentos vigentes, por ejemplo, ubicación, dimensiones requeridas, amplitud y cercanía a la obra.

El ingeniero residente debe realizar un presupuesto completo, bodegas de materiales, oficinas, servicios sanitarios, comedores, etc. y todo lo provisional de la construcción; los montos de estos presupuestos aparecerán en el desglose de costos en campo y deben ser estudiados y aprobados para incluirlos en los costos indirectos, en común acuerdo con la gerencia técnica de la empresa constructora.

Una vez ejecutadas las construcciones provisionales, el ingeniero residente, antes de solicitar la recepción provisional debe anotar en bitácora sus funciones y requerimientos de obra, como justificación de construcción de estas instalaciones.

#### 2.3.1.5 Solicitud de equipo de obra y oficina.

Adquirir, a través de una orden de requisición, la maquinaria a utilizar, propiedad de la empresa, indicando a la oficina central el importe de la renta de la misma. Así mismo, por escrito a la oficina central el demás equipo auxiliar a utilizar en obra, archiveros, computadoras, papelería, escritorios, aire acondicionado, etc.

#### 2.3.1.6 Documentación legal.

- ✓ El ingeniero residente debe estar informado, conocer bien y tener inventariada toda la documentación que dispone en la obra; esta es:
- ✓ Copia de los documentos contractuales con todas sus formalidades que debe constar cada uno, verificados por el encargado jurídico legal y que se puedan presentar confiablemente cuando estos lo requieran cualquier ente verificador.
- ✓ Permiso de factibilidad de ANDA.
- ✓ Permisos de la municipalidad de acuerdo con la ubicación del proyecto (autorización de planos y tasas municipales).
- ✓ Permiso ambiental (ministerio del medio ambiente).
- ✓ Documentación legal de fianzas, según contrato.
- ✓ Permisos de la OPAMSS.
- ✓ Permiso de la distribuidora eléctrica (según corresponda).

- ✓ Carta enviada al propietario con fecha de iniciación y terminación.
- ✓ Permiso del Viceministerio de vivienda y desarrollo urbano (en caso de una lotificación).
- ✓ Registro de la obra en el I.S.S.S.
- ✓ Registro patronal en el I.S.S.S.
- ✓ Firma de convenio con el I.S.S.S.
- ✓ Etc.

El ingeniero residente debe tener “a la mano” toda esta documentación, debidamente ordenada y actualizada para cualquier tipo de revisión por las autoridades competentes; y debe “estar en regla” para cualquier tipo de aclaración. Debe tener una copia de todos los juegos de planos, especificaciones técnicas, posibles cambios al proyecto; y toda la documentación administrativa. Por ejemplo, copia del presupuesto, conteniendo los costos indirectos de la obra para llevar un análisis continuo actualizado e ir controlando.

#### 2.3.1.7 Solicitud de materiales.

La solicitud de materiales se realiza por medio de una orden de suministro (formato o formulario) que elabora el ingeniero residente, especificando lo siguiente:

- ✓ Cantidad.



- ✓ Unidad.
- ✓ Descripción del material.
- ✓ Uso del material.
- ✓ Fecha de entrega.
- ✓ Nombre del proyecto.
- ✓ Lugar de entrega (dirección).

Esta orden de suministro se envía al departamento de compras de la oficina central, el cual se encarga de realizar el pedido del material en la fecha y con las características con que se solicita.

Previamente al inicio de la obra, el ingeniero residente debe elaborar una calendarización con los volúmenes de materiales a utilizar en ese periodo, y enviarlos al departamento de compras de la oficina central, para que el departamento de compras tenga idea exacta de cuánto material debe pedir en el transcurso del proyecto.

#### 2.3.1.8 Cantidad de obra.

El ingeniero residente debe tener pleno conocimiento exacto de cada partida actualizada, así como analizar los precios unitarios utilizados para la elaboración del presupuesto, el cual contiene volúmenes de obra y materiales a pedir, con un

programa calendarizado de suministros de materiales, estimado; ya que se elaboró en base a rendimientos teóricos y precios unitarios, analizados cada mes.

El ingeniero residente tiene copia de todos los análisis de precios unitarios; le sirve para dar seguimiento y actualización continua a lo estimado en costos de materiales, de la mano de obra y herramientas y sus variaciones para cada concepto del presupuesto en tanto avanza la obra; con lo cual, efectúa su tabulador de precios de mano de obra tope a pagar, y que autorizan la gerencia de construcción.

#### 2.3.1.9 Estudio del proyecto.

Este debe ser documental, en referencia a lo contractual, consultivo y asunción propia de la revisión e interpretaciones de detalles técnicos y administrativos. Por ejemplo, técnicamente confrontar lo arquitectónico con lo estructural, instalaciones, solucionar detalles constructivos; y durante la ejecución toda resolución debe ser por escrito y puesta en bitácora, firmada por ambas partes (con la supervisión) y autorizada por el propietario, de común acuerdo.

#### 2.3.1.10 Subcontrato.

El ingeniero residente debe conocer bien cuáles partidas se subcontratarán; para esto, elabora sus tablas comparativas, entre por lo menos tres subcontratistas, por cada partida; y en base a esto, elige al subcontratista recomendable más conveniente, haciendo llegar esto a las instancias superiores como la gerencia

del proyecto, a la administración central de manera inmediata para conceder las decisiones consiguientes.

#### 2.3.1.11 Control de precios de insumos.

Se debe realizar el estudio de mercado que contenga un listado de precios de materiales, y el correspondiente proveedor, ya que así se puede tener conocimiento exacto de los costos en plaza y se preverá un aumento de precios en lo que dure la construcción; igualmente, para la mano de obra en este análisis. Ya que, gran parte del éxito o fracaso de un proyecto depende de “qué tan realista y actualizado” fue hecho este estudio de mercado.

#### 2.3.1.12 Flujo de fondos o flujo de caja.

- ✓ Lo conforman por lo menos los ingresos y egresos calculados al detalle, para que sea lo más real, acertado y eficiente el manejo de los recursos. Es necesario el estudio del presupuesto, del cual se extrae la información para hacer el flujo de egresos:
- ✓ Las cantidades de obra deben ser hechas bien detalladas. Esto se logra utilizando formatos u hojas de metraje o metrización llenadas lo más exactas posibles, porque ellas contienen la tasación de obra hecha y las unidades de medida con las que se controla con respecto al presupuesto contractual.
- ✓ Los precios unitarios para aplicar en los conceptos correspondientes del análisis de costos deben estar completos y bien realizados. Elaborar un

buen estudio de mercado y realizar una contabilidad periódica para verificar que los costos no sobrepasen lo presupuestado.

- ✓ Los costos y demás detalles de los recursos a aplicar deben estar bien definidos. Las partidas deben de estar bien desglosadas, con el precio real más aproximado de cada partida que lo compone.

Cualquier flujo de egresos debe cumplir con las siguientes cualidades:

- a. Debe ser bien claro y ordenado, que permita interpretar rápidamente los resultados.
- b. Que permita obtener información detallada pertinente en cada periodo de tiempo necesitado, y disponible al momento que se requiera verificar costos.
- c. Posibilitar la realización de ajustes que sean necesarios.
- d. Ser confiable.

El grado de detalle de un flujo de caja va a depender de los objetivos del mismo y de la necesidad propia de la obra en cuestión.

Hecho un flujo de egresos, de la obra, se realiza el flujo de ingresos. Estos cálculos se realizan con montos de dinero en valor presente. Se pueden programar los ingresos desde diferentes fuentes y alternativas disponibles, incluyendo financiamiento, créditos comerciales, programación de ventas, etc. De

la comparación de los dos flujos, ingresos y egresos, deben surgir los diferentes ajustes a los programas de obra y al flujo de caja final para realizar el proyecto.

2.3.2 Gestión administrativa y técnica del inicio de la obra, actualizándose con los estudios finales que dispone.

El ingeniero residente, basado en su plan de ejecución al inicio de la obra, operativamente con el personal y demás recursos, hace el rodeo del perímetro de toda el área de construcción y, por ejemplo, tiene definido el lugar más adecuado para las instalaciones provisionales, el sistema de seguridad a implementar en el lugar de la construcción, las áreas a preparar inmediatas a despejar para los consiguientes trazos y demás actividades de esta primera intervención para la construcción.

2.3.2.1 Instalaciones provisionales y definitivas de obra.

Las instalaciones provisionales son el lugar de resguardo y la referencia principal en campo en el lugar o área del proyecto. Antes de dar inicio a la construcción del proyecto; todos los trabajadores, incluyendo al ingeniero residente, tendrán un lugar para la realización de sus funciones. Los obreros, por ejemplo, tendrán un lugar con instalaciones adecuadas para comer, desvestirse y proteger segura sus pertenencias. Una oficina segura, protegida de la intemperie para resguardar sin daño toda documentación; una bodega segura y seca; un almacén de materiales, equipos y herramientas. Ver figura 2.12.



Figura 2.12 Instalación provisional de la más sencilla elaborada con costanera y láminas.

Para las instalaciones definitivas de agua, electricidad, teléfono e internet, el ingeniero residente determina la fecha en que deben estar terminadas en la obra, para poder hacer el trámite respectivo con la anticipación necesaria, considerando el tiempo que se requiere para su ejecución, y evitar atrasos en existencia de estas instalaciones cuando se necesiten.

#### 2.3.2.2 Trabajos topográficos de construcción: replanteo, trazados y chequeos.

Es responsabilidad del ingeniero residente, asegurarse que el topógrafo realice correctamente los trazos de construcción tal como indican los planos autorizados; la nivelación del terreno, estableciendo las cotas indicadas en los planos constructivos, por ejemplo, para efectuar movimientos de tierra. Ver figura 2.13.

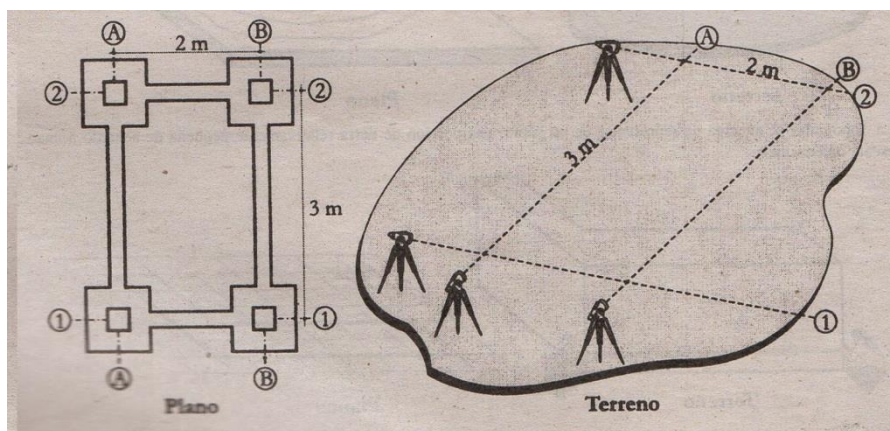


Figura 2.13 Levantamiento topográfico en una construcción.

### 2.3.2.3 Bodegajes y archivos en la obra.

Las bodegas deben de tener el tamaño suficiente para almacenar herramientas, materiales, equipos u otros, que se utilizan en el transcurso del proyecto, debiendo estar especialmente protegidas contra todo; hay materiales, como el cemento y la cal, y los que son en polvo seco, que son muy sensibles a captar la humedad, principalmente en la época lluviosa y se generan pérdidas. Toda existencia en bodega representa valor de costo del proyecto u obra, y toda pérdida no presupuestada va en detrimento o eleva los costos del proyecto u obra; etc.

El bodeguero tiene la responsabilidad de llevar registros bien detallados de cada una y todas las existencias, entradas y salidas autorizadas por el ingeniero residente, de acuerdo con las instrucciones de él.

Esto, es un control rutinario de bodega de donde se harán decisiones como inventario de materiales, herramientas y equipos disponibles, gastos y costos; volúmenes y condiciones que estos tienen a la fecha, etc.

También, el almacenaje en bodega para que no se sature; ya que, por ejemplo, se reporta bodega llena, cuando se necesita embodegar más materiales, equipos y herramientas, y al revisar no se ha ordenado de la forma más adecuada en el uso de los espacios de cada uno, incumpliendo con la capacidad prevista, incluyendo los casos contingenciales o imprevistos.

- ✓ El archivo de obra, está previsto por la empresa y el proyecto en obra; cumple los lineamientos administrativos de la empresa. Este contendrá copias de documentación pertinente que es útil durante la ejecución del proyecto, tales como:
  - ✓ Permisos y licencias.
  - ✓ Carta de aviso de iniciación de obra al cliente.
  - ✓ Registros I.S.S.S.
  - ✓ Presupuesto y criterios de cotización.
  - ✓ Números generadores de volumen y criterios.
  - ✓ Volúmenes topes de materiales a utilizar.
  - ✓ Bitácora.



- ✓ Precios y especificaciones completos.
- ✓ Programa de obra.
- ✓ Contratos de subcontratistas.
- ✓ Recepción de maquinaria y tarjeta de servicio.
- ✓ precios topes de adquisición de material.
- ✓ Toda documentación que lleva y necesita saber el ingeniero residente en la obra.

Estos son documentos propios de la empresa, recelosamente requeridos en poder del ingeniero residente, para uso exclusivo, con los cuales él procede a establecer la forma de comunicación permanente con la oficina central, por ejemplo, con respecto al control de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, costos, calidad de avance versus tiempo y de estimaciones de cobro al cliente.

#### 2.3.2.4 Archivo técnico-administrativo. Requisiciones, compras y adquisiciones.

El ingeniero residente, de acuerdo con su plan administrativo y el de la empresa, lleva en archivo copias de requisiciones, compras y adquisiciones, estimaciones presentadas; etc., manda los originales a la oficina central de la empresa constructora.

La correspondencia de envío se realiza conforme los sistemas de control que exige la oficina central. Esta actividad se hace desde la primera semana de inicio de la obra, de forma semanal o en lapsos indicados por el plan administrativo de la empresa o como operativamente esté indicado para el respectivo proyecto en ejecución.

#### 2.3.2.5 Materiales, herramientas, maquinaria y equipo de oficina.

El ingeniero residente verificará con el bodeguero, que todo el material solicitado durante la etapa previa a la iniciación del proyecto, se encuentre en la obra; esto, con el fin de evitar que la mano de obra se quede inactiva en esta etapa. Se llevan registros pertinentes de actualizaciones. Por ejemplo, que en esta verificación, la madera es insuficiente (costaneras y reglas) para comenzar el trazo y la nivelación, herramientas insuficientes para comenzar las excavaciones o, que habiendo iniciado la excavación, no se tenga los material suficiente para las actividades subsecuentes. En este caso, pueda que él prefiera parar para no tener costos infructuosos.

La recepción, almacenaje y acopio de materiales, deben quedar dispuestos en los almacenamientos previstos, debidamente estibados, por dimensiones, para mejor control y evitar dobles movimientos, costos adicionales de acarreos y maniobras, y pérdidas de espacios en bodega. Ver figura 2.14.



Figura 2.14 Almacenaje ordenado de materiales en bodega.

Los combustibles deben quedar almacenados en una zona donde no hayan riesgos y tal como lo indique el ingeniero residente y de común acuerdo con el maestro de obra y el bodeguero.

Así, el ingeniero residente verifica que la maquinaria y los equipos de construcción y de oficina solicitados estén en la obra; oportunamente, completos, sin riesgos, en buen estado de funcionamiento y almacenados debidamente en un lugar seguro.

#### 2.3.2.6 Información al personal técnico y profesional.

En la práctica de la ejecución de obra, para que se cumpla lo programado y las actividades consiguientes, es necesario aclarar las obligaciones y responsabilidades a los subcontratistas, y sus implicaciones con respecto a los avances y atrasos de la obra desde el inicio de la obra. También el alcance del trabajo, que abarca el precio unitario de mano de obra establecido para evitar duplicidad en el pago.

#### 2.3.2.7 Sistema de seguridad y control.

Al inicio, de la construcción de una obra, se hace un cerco perimetral que cubra todo el terreno sobre el cual se va a construir; esto, para cumplir con todas las condiciones y estándares de seguridad permanente del personal, materiales, equipos, herramientas, maquinarias y la obra en proceso de ejecución. Una forma de obtener esto es contratando seguridad privada por 24 horas en la obra, donde se controle a toda persona que entra y sale del proyecto con el respectivo permiso. Antes de dejar ingresar a personas particulares, el vigilante debe notificar al encargado de la obra y al ingeniero residente, para que éste sea el que apruebe pertinentemente su ingreso o no.

Las cámaras de seguridad son muy útiles porque gravan a todo momento y se colocan en lugares estratégicos sobre los cuales se pueda cubrir la mayor parte del terreno, evitando puntos ciegos. Esta parte tiene varios propósitos, vigilar el rendimiento de ciertos trabajadores, para revisar el desempeño de determinado trabajador “flojito” y aplicar correctivo, y controlar tiempos y movimientos de los procesos constructivos que se aplican, y evitar robos o pérdidas de materiales y herramientas.

#### 2.3.3 Gestiones administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente durante la obra en construcción.

El ingeniero residente, desarrolla sus funciones antes del inicio, al inicio y al final de la obra; es durante la construcción de la obra en la que el ingeniero residente,

tiene mayor número de responsabilidades administrativas y técnicas a su cargo, es la más crítica, porque toma decisiones trascendentales para el buen desarrollo en la ejecución de la obra o proyecto a su cargo.

#### 2.3.3.1 Entrada de materiales.

Los materiales de construcción, sus costos directos constituyen un 40% a 60% del costo total del proyecto. Los controles efectivos de estas cantidades, se hace a través de un formulario de entradas y salidas, conteniendo fecha de ingreso, cantidades y costos que estén en el inventario del ingeniero residente y del personal responsable; lo cual, garantiza a ambos con respecto a que el material se entregó completo en bodega. Cuando el bodeguero recibe los materiales, se verifica que estos tengan las especificaciones requeridas (marca, cálibra y dimensiones), al revisar las hojas técnicas proporcionadas por los proveedores, e informar al ingeniero residente de la entrada de estos.

Todo el material que entre a bodega, incluso las que se haga por compra de caja chica, equipo y herramientas, debe quedar registradas en las notas de entrada de bodega; todo esto es para no perder el control de entradas y costos, y teniendo un registro completo de cualquier movimiento de material<sup>12</sup> al llegar a la bodega.

---

<sup>12</sup> Todo movimiento en bodega de materiales, equipos, herramientas, etc., tendrán los formularios establecidos por el ingeniero residente, de la empresa constructora, a través del bodeguero encargado y los formatos de requerimientos que se tiene para ello. Sin esta administración, no procederá nada, a menos que el ingeniero residente lo haga personalmente y deje constancia de ello.

El ingeniero residente envía toda esta información al departamento de compras de la oficina central de la empresa, según la recepción de materiales en función de la obra.

#### 2.3.3.2 Salida de materiales de construcción en bodega.

Para que el material de construcción de obra, salga de bodega, se elabora un formulario (vale) de salida firmado por el ingeniero residente, encargado de obra y aceptado por el encargado de bodega. Esto, también es aplicado a materiales de subcontratistas a través de mecanismos convenidos; excepto, cuando ellos tengan su almacén independiente. Con lo cual, se controlan los destinos de estos materiales, las existencias en bodega, y el cálculo de rendimientos por mes.

El bodeguero además, si incluye sus funciones, debe inspeccionar el uso que se dé al material que salió, y revisar si es el adecuado. Se pueden aplicar penalizaciones<sup>13</sup> por mal uso de materiales, o por exceso de desperdicios, principalmente los de mayor costo. La salida de herramienta, equipo y maquinaria fuera de la obra, se realiza con un formulario (vale) de salida con la firma del encargado de bodega, ingeniero residente y los subcontratistas.

#### 2.3.3.3 Requisición de materiales.

Los pedidos de materiales, los gestiona el departamento de compras de la empresa a solicitud del ingeniero residente. Es función del ingeniero residente,

---

<sup>13</sup> Castigo, sanción o multa que se impone a una persona que ha cometido una falta o error que puede ser un monto en base a salario mínimo y si es grave la falta se puede llegar al despido.

prever y verificar el período que necesita para suministrar los materiales a la bodega, para que el proyecto tenga continuidad en la ejecución. Las cantidades de materiales por suministrar, van en función del avance de la obra, de la escasez de productos en el mercado, de la capacidad de almacenamiento de la bodega, de la duración del material sin deterioro alguno. El departamento de compras debe conocer exactamente los volúmenes globales a adquirir, para poder mejorar sus condiciones y financiamientos. Con esto se trata de evitar paros por falta de materiales, poder cumplir contratos antes del alza de precios del material, evitando dinero improductivo por alto costo de inventarios, y compras a través de los concentrados de volúmenes de cada obra. El material solicitado debe ser el necesario y suficiente para la etapa, sin olvidar el respectivo desperdicio de cada material. Para prever este tipo de situaciones, se hace un programa mensual auxiliar, programando con semanas de anticipación los conceptos que se van a ejecutar, y se debe relacionar con el material que se va a utilizar en el proyecto, considerando un stock de almacén según los presupuestos hechos; evitando compras de urgencia que resultan más costosas y desorganizan al departamento de compras, y provocan interrupciones en el proceso constructivo de la obra. Por lo cual, costos, tiempos, utilidades son aspectos que a cada momento deben estar presentes durante la ejecución.

Las requisiciones de materiales del ingeniero residente son entregadas al gerente del proyecto, o en su defecto a la gerencia de construcción para su aprobación. Esto tiene por objetivo mejorar el control de cumplimiento y valorización del

surtido del material a provisionar, quedando un registro en la obra y otro en la oficina central, con todos los datos completos y verídicos, conocidos por nota de entrada, que auxilia al departamento de compras para entrega y cumplimiento de surtido de materiales, a tiempo.

El ingeniero residente, solicita al departamento de compras los datos que le interese conocer sobre su pedido, los cuales quedan satisfechos con una copia de la requisición que tiene la oficina central, en concordancia con el proveedor, en la fecha en que este va a llegar el material, al precio en que llegará y así evaluar diferencias de adquisiciones del material. La especificación del material debe ser amplia y completa, de lo contrario la requisición se devuelve para ser corregida; evitando así, envíos de materiales que no son los indicados, aumento en costos de transporte por devolución, encarecimiento de materiales y mal funcionamiento del departamento de compras. Se puede pedir material fuera del tope previsto, pero debe entregarse una justificación al gerente del proyecto, explicando el motivo que alteró la cantidad de material inicialmente prevista.

#### 2.3.3.4 Materiales para acabados.

El ingeniero residente es el encargado de cumplir con los acabados marcados en los planos y gestiona las muestras exactas con los proveedores, para que la gerencia proceda a la aprobación de los mismos, mediante firmas con el propietario en una etiqueta al reverso de la muestra, la que pasa a ser un documento oficial, que se integra asentado en la bitácora para que se cumpla así,



y evitar problemas futuros con el propietario, la supervisión o la gerencia. Sin embargo, el propietario, si por motivos que él justifica a tiempo, cambia de especificación sin que se atrase la obra, definiendo colores, texturas, etc., lo hará a través del mecanismo de comunicaciones y cambios que establecen los documentos contractuales. También, comprobar existencias o tiempo de abastecimiento. En los planos y especificaciones, se prevén espesor y del acabado, por ejemplo, para dar niveles de piso terminados y adecuados.

#### 2.3.3.5 Materiales de los Sub contratistas.

El subcontratista envía sus materias primas para existencias en la obra, elaboraciones y montajes; si el subcontratista tiene su taller en la obra, el ingeniero residente debe verificar si ese taller tiene un sistema de seguridad y vigilancia propia, y si tiene el equipo y maquinaria necesaria para garantizar entrega a tiempo, calidad y seguridad, estableciendo así un control de calidad.

#### 2.3.3.6 Ensayos de laboratorios de materiales.

Los principales materiales de construcción a muestrear en una obra son, arena, grava, acero de refuerzo, suelo y bloques de concreto o de otra materia prima, etc. Todo para garantizar su buena calidad y el cumplimiento de las correspondientes normas y especificaciones para el proyecto en ejecución, lo cual también lo controla la supervisión. El ingeniero residente los lleva a cabo contratando un laboratorio acreditado, a satisfacción de la supervisión, lo cual está especificado en el contrato. Los originales de todos los resultados se

mandan a la supervisión en el lugar que esta determine; en un plazo no mayor que 72 horas después de la labor encomendada, quedando una copia en la obra. El costo de estos trabajos queda incluido en cada uno de los conceptos a que corresponda en la cotización presentada al dueño (presupuesto), o como una partida general, de pruebas de laboratorio, a realizar según se haya presupuestado, la cual incluye el número y forma de hacer cada una de las pruebas. El ingeniero residente debe mandar a muestrear y probar los distintos materiales para garantizar la calidad de la obra, cotejando los datos de los ensayos que sean congruentes con la hoja técnica de cada material y poder autorizar su uso.

#### 2.3.3.7 Control y supervisión del concreto fresco a colocar.

Es función del ingeniero residente, llevar detallado en registro minucioso, colocando marcas indicadoras en un plano, la fecha del colado y la porción (m<sup>3</sup>) correspondiente a cada camión concretero, cuando el concreto fresco sea preparado en una planta premezcladora; esto se registra en el momento que los camiones empiecen a vaciar el concreto, el laboratorista debe llevar a cabo las pruebas de revenimiento y temperatura para tener los resultados previstos en su diseño<sup>14</sup> (ver figura 2.15). El ingeniero residente debe pedir estos datos al laboratorista para aprobación por la supervisión. Por ejemplo, si los

---

<sup>14</sup> Cuando se compra concreto premezclado, hay documentación respaldando ésta con orden de pedido y orden de compra, facturación, orden de entrega y formato de recibos, conteniendo la información pertinente, la cual queda en archivo para las deducciones correspondientes.

revenimientos fueran un tanto diferentes de los especificados, la supervisión lo evalúa y acepta o no, e indica lo correspondiente a juicio de su representación.



Figura 2.15 Ensayo de revenimiento y temperatura al concreto fresco en obra. Con los volúmenes de concreto premezclado pedidos en camiones concreteros, se procede cubicando el concreto depositado en la parihuela, y contar el número de ellas contenidos por camión, porque generalmente las plantas concreteras entregan menos cantidad que las indicadas en el pedido ordenado; evitando así los faltantes que fueron pagados e incumplidas las cantidades exactas presupuestadas, e incurrir en ajustes, más costos y atrasos.

Cuando el concreto fresco se compra de una planta productora industrial, la programación del concreto se debe de formular con cinco días de anticipación o como lo indique el productor, para evitar que el proceso constructivo se atrase por falta de concreto, debido a la saturación de pedidos en las plantas premezcladoras.

Cuando el concreto fresco se elabora in situ, el ingeniero residente se responsabiliza en entregar a la supervisión el correspondiente diseño con copias

de los proporcionamiento del concreto elaborado a mano o en concretera, así como las curvas de resistencia mínima que se obtengan con el cemento<sup>15</sup> utilizado y los revenimientos especificados con las normas de la ASTM.

#### 2.3.3.8 Colado de concreto fresco.

Los colados de concreto fresco de losas, columnas y trabes (Vigas principales) deben efectuarse en continuidad preferiblemente, una vez que se haya terminado la jornada diurna de los trabajadores, para que en todo el día se pongan a trabajar al 100% los armadores y carpinteros, y dejen listo todo para el llenado y hacer el colado por la noche de acuerdo con la programación aprobada. Esto depende directamente del programa que se tenga de la obra, sus costos y jornadas de trabajo convenidas desde el inicio o con el curso de ejecución, pero en común acuerdo con los sindicatos, cumpliendo las normativas jurídicas y lo contractual. En zonas en donde hace demasiado calor, es recomendable realizar nocturnamente los colados, ya que se tienen mayores rendimientos. El precio del concreto lo cobran por horas planta.

#### 2.3.3.9 Curado del concreto.

El curado de concreto cuando cada elemento se ha llenado y comience a ganar resistencia el concreto en monolitización, se hace con agua fresca y limpia, sin contaminación, como lo indiquen las especificaciones del concreto y las normas de la ASTM correspondientes de acuerdo con la supervisión. Así, se hace curado

---

<sup>15</sup> Portland ASTM C 1157

rápido a vapor, o tradicional con agua y aspersionador o con membranas imprimadas.

Ver figura 2.16.



Figura 2.16 Curado tradicional del concreto en endurecimiento y monolitización con agua y curado con aditivo.

#### 2.3.3.10 Encofrados.

El encofrado a colocar a cada elemento cuando se tiene finalizada la armadura de refuerzo del concreto, requiere un diseño seguro, basado en el cálculo estructural de cada elemento largo o corto a colocar (horizontal, vertical, diagonal); por ejemplo, la madera y sus conectores (clavos, saques), evitando accidentes de trabajos o mal encofrado; todas las dudas serán aclaradas con el diseñador; esto, en la obra y con la presencia del gerente de proyecto; todo lo cual, se anota en la bitácora; se toma en cuenta, que el diseñador está contratado para hacer un mínimo de visitas, por lo menos tres, en el lugar de ejecución de la obra verificando el cumplimiento del diseño y los procedimientos que se indicaron, las decisiones trascendentes en obra, que pueden ocasionar

problemas estructurales o económicos futuros, deben ser tomadas por el responsable del diseño.

Encofrados con otros materiales alternativos, por ejemplo, de plástico para obtener mayor número de usos que los indicados; en esto, el cuidado en uso es importante. El ingeniero residente puede proponer otras soluciones que considere más ventajosas, pero no las podrá ejecutar si no están autorizadas por la supervisión. Ver figura 2.17.



b) Encofrado metálico de columna      a) Encofrado de madera en columna

Figura 2.17 Algunas alternativas de encofrados metálicos y de madera.

Ningún colado se autoriza sin que antes el ingeniero residente justifique y obtenga autorización de la supervisión, el diseño y la disposición autorizada del encofrado que se propone emplear.

#### 2.3.3.11 Desencofrado.

El desencofrado puede realizarse parcialmente en la mitad del tiempo correspondiente al de desencofrado total, dejando puntales capaces de tomar

íntegro el peso propio del concreto colado, más la mitad del peso del siguiente nivel y las cargas vivas para continuar la ejecución de la obra, a menos que el plano designe por especificación otro proceder en el desencofrado, pero con la autorización de la supervisión. El ingeniero residente de la obra, debe respetar las fechas topes para el desencofrado. El desencofrado se controla por tiempo y resistencia de cada elemento, esto para buen desempeño del concreto.

- Columnas, muros, trabes y contratrabes: 24 horas, si se preparó con aditivo apropiado para esta urgencia.
- Losas y fondos de trabes 65% de la resistencia, si el diseño lo tomó en cuenta.
- Voladizos: 80% de su resistencia, según requerimientos especificados.

Se supervisará que el clavo y el alambre, al momento del encofrado, tengan el mínimo de desperdicio en la obra, estudiando la deductiva correspondiente y los recomendables; haciendo el cargo al subcontratista.

#### 2.3.3.12 Calidad de la mano de obra.

El ingeniero residente debe verificar que la mano de obra a contratar, tenga la calidad deseada por la constructora para que les transmita a los albañiles las tolerancias exigidas; si el maestro de obra no conoce las tolerancias de adaptación, no podrá a su vez exigir a su personal la calidad necesitada.

Los trabajos que se estén realizando mal, deben ser detenidos y demolidos desde el principio, ya que si se deja avanzar el trabajo, será imposible cumplir las políticas de calidad para los albañiles; esto, por la pérdida económica en que se incurre por destruir trabajos avanzados; y en este caso, será más fácil que el operario abandone la obra que corregir sin paga las cantidades de trabajo hecho y con el cargo respectivo del material desperdiciado. Una mala coordinación en obra suma errores, improvisaciones, costos, etc., acarrea perjuicios para el ingeniero residente y para la empresa constructora.

Para los procedimientos utilizados en el desempeño de la mano de obra, se sugerirá otras técnicas más ágiles con el propósito de conseguir mayor eficacia con el personal; así, el ingeniero residente debe aprovechar su experiencia en uso de materiales, procedimientos constructivos, dirección y administración, etc., y aplicarla para disminuir el costo de producción. En ese sentido, puede cambiar la mano de obra por maquinaria que justifique el desarrollo del mismo trabajo, conociendo así los rendimientos del personal y maquinaria oportunamente.

Se revisarán, continuamente, los procedimientos constructivos utilizados contractualmente justificados, para garantizar que se está trabajando de la forma más eficiente posible. En caso de detectar mal manejo de las cuadrillas de trabajo, se puede optar por cambiar los puestos intermedios de mando, sustituyendo por el personal más capacitado.



El estudio de eficiencia de personal, se hace a través de tarjetas de análisis de costos<sup>16</sup>, los cuales sirven al ingeniero residente, para normar el criterio de pago a los albañiles, para realimentar al departamento de presupuestos de la empresa, teniendo como propósito el control de costos y rendimientos de la inversión.

Cuando persista el bajo rendimiento de personal, el ingeniero residente debe estar seguro de ello para notificarlo a la gerencia y tomar una decisión sobre tal falla, en función de la gravedad detectada; se debe de evitar tener exceso de personal en la obra, por día, ya que esto produce rendimientos mínimos o muy bajos y por consiguiente costos mayores; en este personal el trabajo es por tareas, en función del rendimiento estudiado en el precio unitario.

#### 2.3.3.13 Seguridad ocupacional.

- ✓ El Ingeniero residente previo a la ejecución y durante esta actividad, identifica áreas problemáticas de trabajo donde se aplica un plan de seguridad en la obra, con el fin de prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales. En los grandes proyectos, se exige un ingeniero de seguridad ocupacional. En la administración de la construcción, se prevén las lesiones de los trabajadores, pero su principal preocupación debe ser

---

<sup>16</sup> Este procedimiento indirecto no es tan objetivo como el directo, donde para buenos procedimientos de eficiencia los tiempos y movimientos y circunstancias en el lugar específico de trabajo en determinada actividad, el cual no solo es estadístico también explica el costo que no es propio de una operación específica; por ejemplo pegar bloque, repellar, etc. Por tanto normar un criterio debe ser cuidándose en dar el criterio a aplicar.

prevenir condiciones de riesgo o peligros a evitar. La gestión de seguridad ocupacional tiene tres objetivos principales:

- ✓ Lograr un ambiente de trabajo seguro en cada área y lugar de cada trabajador.
- ✓ Hacer que el desempeño de cada trabajador y cada operación sea seguro.
- ✓ Concientizar al trabajador de la necesidad de practicar las normas de seguridad ocupacional usando los dispositivos exigidos por la empresa para ello; también, de las consecuencias para él y la empresa si se accidenta.

Un sistema de seguridad propio para la obra, procura eliminar al mínimo los accidentes, cuyas causas son, por ejemplo, exceso de confianza, imprudencia, y falta practicar u omitir métodos preventivos adecuados.

- ✓ Las acciones de seguridad en la obra son:
- ✓ Designación del técnico que vigile el cumplimiento de las normas de seguridad.
- ✓ En cada área de trabajo tener publicidades del programa de seguridad, para que todo trabajador lo conozca y se concientice, haciendo notar los beneficios de practicar su buen cumplimiento, e ir superando mitos y leyendas que tienen los obreros en su empirismo cotidiano.

- ✓ El gerente de construcción junto con el ingeniero residente y maestro de obra, deben analizar problemas específicos y particulares de cada obra aunque sean difíciles de prever totalmente.
- ✓ Instalar el programa de seguridad sobre una base de dominio de su ocupación, y estímulo por cumplimiento de las normas correspondientes. Si el estímulo ofrecido no da resultado, se optará por la sanción económica.
- ✓ Tener personal capacitado, asignándoles responsabilidades específicas.
- ✓ Colocar personal bien instruido cuando haga trabajos en zonas de peligro, para los trabajadores o terceras personas.
- ✓ Hacer efectivas las prácticas de seguridad, es decir, que el maestro o segundo colaborador, tenga sesiones continuas con su cuadrilla tan seguido como la obra lo pida o en las condiciones en que sea necesario; esto pensando en cada trabajador y la empresa.
- ✓ En caso de trabajos muy peligrosos reasegurar a los trabajadores, y que estos tengan seguro de riesgos a terceros.
- ✓ Disminuir las probabilidades de accidentes, manteniendo los accesos libres y señalizados (ejemplo, punto de reunión, ruta de evacuación, no pasar) y el personal bien instruido al respecto.

- ✓ Poner tapiales y tabancos en zona de peatones.
- ✓ Ademar y entibar excavaciones profundas, las cuales tengan un diseño seguro.
- ✓ Tener un botiquín y un equipo de primeros auxilios en caso de grandes proyectos, o simplemente un botiquín básico indicado.
- ✓ Letreros recordatorios (carteles) de cómo practicar el uso de equipo de seguridad e indumentaria de cada trabajador como casco, cinturón y cuerdas, lentes, chaleco, guantes, etc.
- ✓ Requerir el uso permanente obligatorio del equipo de seguridad de cada trabajador.
- ✓ No se debe tener ningún trabajador con lesiones aparentemente leves o heridas de poca importancia como los rasgamientos musculares, que no se nota mucho, pero a la larga causarán problemas mayores y hasta inhabilitaciones.
- ✓ Acatar y cuidar de no sobrepasar las capacidades de los equipos y maquinarias, indicados en especificaciones tales como como las grúas torre, el puntal, el pedestal, la pluma, el gancho o los conectores pueden fallar y causar graves accidentes, pérdidas y demás.

#### 2.3.3.14 Cubicación de obra por el chequero.

Es una tarea que es parte de los insumos para calcular costos reales de ejecución y seguimiento para es cubicar en la obra, consiste en cuantificar las cantidades de obra hecha y que estén contenidas en el presupuesto contractual o conjunto de partidas. El resultado numérico, acompañado de una unidad de medida derivada del sistema métrico conocido por todos, adoptados en las especificaciones contractuales o lo que en cada caso esté indicado en estos documentos.

El ingeniero residente delega al técnico de su confianza (chequero), para que se encargue de hacer estas mediciones de obras hechas, llevando un registro cuantificado y verificado por el ingeniero residente y la supervisión, que todo esté contenido con lo programado y dejando realizado lo que a esta fecha se recibe, cubica, reportado en un informe para ello y que dispone la empresa para este fin.

#### 2.3.3.15 Estimaciones por obra.

Cada semana, quincena o catorcena, o según contrato, el ingeniero residente preverá medir en obra el trabajo efectuado de acuerdo con la programación acordada, esto para tener las cantidades detalladas y presupuestar la estimación de pagos a realizar en planilla de acuerdo con las normas administrativas y financieras de la empresa; así, se tendrá un control de volúmenes de obra (cubicaciones) y de cada estimación en costos y avances (%) de desembolsos de la totalidad (100%) del proyecto y atendiendo a todas las aclaraciones que el

ingeniero supervisor haga para cumplirlas, tal que se pueda gestionar para hacer efectiva la estimación, cumplir lo contractual con los trabajadores, el propietario y no retrasar el o los avances de obra y el proyecto respectivamente.

Cada una de las cantidades que se están autorizando en la estimación, deben estar respaldadas por la respectiva cubicación, que debe estar reflejada en hojas de cálculo. En las estimaciones de los albañiles, por ejemplo, se anota un estado de cuenta de lo pagado a la fecha. Todo esto, para confrontar volúmenes tope de presupuesto y no sobregirarse; así se puede obtener rendimientos, relacionados de material y mano de obra.

Los trabajos mal ejecutados no serán pagados. La estimación, debe ir junto con la planilla del personal que haya estado laborando en la obra con los respectivos sueldos reales.

El volumen tope, para pagar, en la mano de obra, puede ser afectado en más o menos la cantidad, siempre que haya una orden de cambio autorizada por el propietario. En caso de detectar fallas de cubicaciones originales, se pondrá visto bueno por parte del ingeniero residente y la supervisión al volumen tope a pagar, siempre que se comunique de ello al departamento de presupuestos a través del gerente del proyecto.

#### 2.3.3.16 Sistema de control al sub contratista.

Todo lo que afecta el costo del trabajo que realiza el subcontratista, debe ser vigilado por el ingeniero residente, de acuerdo con las obligaciones legalmente

contraídas; con lo cual establece, por ejemplo, un control referido a corregir prontamente lo siguiente:

- a) Mal uso de materiales y herramientas.
- b) Desperdicios de materiales.
- c) Robos por falta de control.
- d) Baja calidad de trabajos que están realizando.

El ingeniero residente deber estar consciente que, “entre más insolvente” sea el subcontratista, “mayores problemas” puede ocasionar a la obra; por ejemplo, el caso de mal manejo de cantidades de materiales o mano de obra.

#### 2.3.3.17 Estimaciones a sub contratistas.

Estas, deben hacerse, directamente en la obra, en función del trabajo realizado durante la semana o durante el periodo establecido, de acuerdo con el contrato y el presupuesto correspondiente. Y en base a las condiciones acordadas con el subcontratista; por ejemplo, programa de avance, programa de pagos, presupuestos, especificaciones, alcance de trabajo, precios unitarios, etc. A los subcontratistas debe asignárseles calendarizadamente según plan y programa, un día y un horario, para hacer las estimaciones, de tal forma que el ingeniero residente organice y cumpla adecuadamente su trabajo y delegar personal chequero o bodeguero, para realizar las cubicaciones de obra; ya que el ingeniero

residente es la persona autorizada por la empresa para formular las estimaciones de los subcontratistas.

Las estimaciones de los subcontratistas, deben entregarse al gerente de proyecto por medio del ingeniero residente, el día acordado por la oficina central para su aprobación; cada una de las estimaciones debe hacerse con las formas diseñadas para tal propósito y el ingeniero residente tiene que conservar una copia para su archivo en la obra. Junto con cada estimación, debe hacerse un estado de cuenta del subcontratista, ya que las estimaciones corresponden al trabajo ejecutado. En cada estimación, debe autorizarse el porcentaje de anticipo que corresponda y el porcentaje de fondo de garantía establecido en el contrato. Para llevar esto adecuadamente, el ingeniero residente lleva un archivo, físico y por computadora, de cada uno de los subcontratistas, con todos sus datos.

No se puede pasar estimaciones al subcontratista por valor de existencias de materiales en su almacén, ya que este, fue comprado con el anticipo que le dio la empresa, en la estimación; de preferencia, debe pagarse menos de lo ejecutado para protección de la obra en caso de procesos mal ejecutados.

#### 2.3.3.18 Trabajos extras, adicional al no presupuestado según subcontrato.

Al subcontratista, se puede solicitar que ejecute trabajos extras; esto, cuando el ingeniero residente tenga una orden de cambio por parte del propietario, ya que el trabajo extra lo genera el propietario, y por tanto el ingeniero residente y el gerente del proyecto acuerdan con el propietario el importe en costos adicionales



de los mismos, antes de proceder a su ejecución, ya que esto ocasiona alza presupuestaria y demás, y problemas futuros de cobros. Los trabajos adicionales al subcontratista, están regidos por el precio unitario anterior, convenidos en el presupuesto original, según lo establezca lo contractual.

#### 2.3.3.19 Junta con los sub contratistas.

Se deben hacer sesiones de trabajo, dando requerimientos periódicamente en función a las necesidades de la obra, en donde se valore lo siguiente:

##### a. Avance de la obra.

- ✓ Programación de trabajos por ejecutar, prioridad de los mismos y multas por atraso parcial.
- ✓ Material necesario para el avance señalado.
- ✓ Equipo y herramienta necesaria para el avance de la obra.
- ✓ Personal necesario para el avance señalado.

Durante el desarrollo de la obra, se tiene que controlar que el subcontratista cumpla con los objetivos parciales establecidos por la empresa constructora, a través del ingeniero residente, en su representación; ya que los informes de él son la base principal, para que en el momento de reparos y suspensión de subcontratos separarlo de la obra oportunamente, se haga de acuerdo con las cláusulas contractuales correspondientes.

b. Calidad de los trabajos.

- ✓ Revisión del trabajo ejecutado y cuantificaciones métricas de lo que se está elaborando.
- ✓ Políticas de buena calidad a seguir en el trabajo subcontratados por ejecutar.
- ✓ Aceptación o rechazo económico a cargo del subcontratista, por ejemplo, por incumplimiento de especificaciones.

Las conclusiones de las juntas con los subcontratistas, deben de anotarse en la bitácora, comprometiéndolo al subcontratista, lo cual tendrá el carácter de acuerdo para ser firmado por ambos de común acuerdo. Nunca se harán negociaciones fuera de lo contractual, ni en ausencia del respectivo responsable del trabajo legalmente acreditado y nunca con su personal.

c. Costos incurridos.

- ✓ Se analiza su estado de cuentas.
- ✓ Se estudian rendimientos de su personal.
- ✓ Se acuerda lo necesario para la estimación.

Los subcontratistas tendrán actualizados los registros de trabajos realizados; esto ayuda a establecer una rutina de control con las características señaladas,

que garantice a la empresa fallas mínimas administrativas y de gestión, o inconsistencias de cualquier tipo.

#### 2.3.3.20 Avances de costo de obra y su control.

El gerente del proyecto con documentos reales y al día de avance de obras, que le proporciona el ingeniero residente, hace mensualmente un informe del costo real de obra, incurrido; el cual, va comparado contra el costo de obra avanzada, según el presupuesto del proyecto.

El ingeniero residente, en cada una de las hojas del presupuesto anexa una hoja tabular, la que debe dividirse en tantas columnas, como meses va a durar la obra. Así, se tendrá un registro continuo y comparable de resultados históricos; cada una de las columnas debe llenarse mensualmente indicando el porcentaje de avance y el importe del mismo; se determinan totales por partida en porcentaje y en una parte de avance; los totales se pasan a una hoja resumen que corresponden a la última hoja del presupuesto..

Es atribución del ingeniero residente, tener actualizado el control de la obra continuamente, se hace para que pueda hacer su análisis, valorar bien y hacer decisiones con acciones correctivas necesarias y evitar, en esta forma, que en la obra se pierda dinero a través de los costos, lo cual se puede prever con la oportuna información, producto de un buen control, buena planeación, buena administración o administración sana en este puesto.

#### 2.3.3.21 Control del desempeño del ingeniero residente desde la empresa constructora.

En la oficina central de la empresa se tiene conocimiento del desempeño del ingeniero residente a través de los controles que entrega semanalmente o según requerimiento de la empresa constructora al gerente de proyecto, estos controles, además de revelar un estado actual de obra, son un expediente de cumplimiento atinado y desempeño de las funciones de residencia o el ejercicio del cargo de ingeniero residente. Así, la capacidad del ingeniero residente va, por ejemplo, en función del desarrollo de su trabajo en la obra a cargo y por la forma en que se desempeñe en cada una de sus actividades que le corresponden en su puesto.

#### 2.3.4 Actividades administrativas que debe desarrollar el ingeniero residente al final de la obra.

Al finalizar la obra, el ingeniero residente aún tiene funciones que debe continuar cumpliendo para dar por concluida todas sus actividades en esta labor, en este cargo. Las cuales son menores en cantidad pero no en importancia, estas son por ejemplo:

##### 2.3.4.1 Finiquito de obras.

Se hacen actas de recepción de obra, en donde firman el propietario, la supervisión, el ingeniero residente y un representante de la empresa y dos testigos.

Estas actas son de dos tipos:

a. Actas de recepción provisional.

Es un documento en forma de acta donde se indica que la obra o proyecto ha finalizado. Estas actas se hacen después que se hace un recorrido completo, por todo el proyecto que han realizado el ingeniero residente, el supervisor y el cliente. Y contienen la lista de detalles que la supervisión marque y la fecha de cumplimiento en que se tienen que entregar éstos.

Se llama recepción provisional, porque el supervisor de la obra no ha comprobado la conformidad de la totalidad de la obra, y todavía tiene un plazo para reclamar al constructor, alguna o las deficiencias posibles que pudieran aparecer.

Los detalles a resolver al final, son un factor sumamente importante, ya que elevan en un alto grado los costos y son gastos que no se pueden recuperar; por esta razón se debe tener un cuidado especial para con estos.

b. Actas de recepción definitivas.

Estas son firmadas al entregar la obra terminada. El ingeniero residente entrega un análisis comparativo de programas supuestos y programas reales, un análisis y evaluación de resultados, para aumentar o disminuir el precio de venta según sea el caso<sup>17</sup>. También, se debe de realizar el cobro de la última estimación, la

---

<sup>17</sup> Aunque es más atribución gerencial, finalmente, es el ingeniero residente, con sus informes elaborados y resumidos a propósito entre lo programado contractualmente o presupuestado y lo que realmente resultó durante la ejecución del proyecto; su análisis y evaluación o generación de indicadores propios para aclarar cómo queda la empresa al final del proyecto ejecutado.

cual resulta ser la más tardada, debido a que se hace una conciliación en los conceptos descritos.

#### 2.3.4.2 Pagos de fondos de garantía.

Estos se realizan una vez que se haya entregado la obra. Y es una actividad más de carácter gerencial.

Dependiendo de su vencimiento, la gerencia de construcción devolverá o retiene los fondos de garantía de los subcontratistas y contratistas.

Generalmente, se devuelven cuando el propietario devuelve el fondo de garantía a la empresa constructora.

El Ingeniero residente debe proporcionar al departamento administrativo, una carpeta, la cual contenga todos los documentos oficiales, fiscales; los cuales deben quedar archivados por un tiempo no menor que diez años.

#### 2.4 Componentes de un edificio alto y tecnología que usa en su construcción.

Los edificios altos, forman parte del paisaje de las grandes ciudades. Han ido contribuyendo a resolver los escasos espacios disponibles en las grandes urbes, y el problema de la creciente densidad poblacional, bien concentrada<sup>18</sup>.

##### 2.4.1 Conceptos y definición de edificio alto a construir.

###### a. Edificio.

---

<sup>18</sup> Ejemplos de ciudades como la Ciudad de México 5,966 h/km<sup>2</sup>; Brasilia 502.39 h/km<sup>2</sup>; Buenos Aires 14,450.8 h/km<sup>2</sup>; San Salvador 4,374.94 h/km<sup>2</sup>.

Un edificio es una construcción baja o alta hecha a partir de materiales sólidos y que se emplea para alojar a personas y objetos, y para permanecer viviendo; y así mismo, para la realización de actividades de comercio, finanzas, arte, religión, etc., ver figura 2.18.



Figura 2.18 Edificio habitacional El Pedregal, uno de los más representativos en El Salvador y además el más alto con 28 pisos.

La construcción de edificios bajos y altos se ejecuta en conjunto; arquitectos, ingenieros y otros técnicos y obreros calificados, equipos técnicos del proyecto.

b. La estructura principal de un edificio.

Es el sistema esquelético constitutivo principalmente, con la forma y distribución de espacios apropiados al uso para el que se diseñó. Este da la pauta a toda configuración interna y externa de su construcción. Su concepción, está basada principalmente en una puesta en común entre el arquitecto, el propietario y el ingeniero estructural.

#### 2.4.2 Estudio de suelos.

En toda obra de ingeniería, por ejemplo para viviendas o edificios, para otros usos, bajos o altos, es necesaria la realización del estudio geotécnico de los suelos para las fundaciones. En este se determinan las características físicas y mecánicas para determinar el tipo de cimentación a usar, y hasta qué profundidad cimentar, según la capacidad de soporte del suelo, cuando este cumple lo requerido o habilitarlo para que cumpla cuando se aplican tecnologías de mejora de ellos.

En los edificios altos, es necesario, siempre, determinar la capacidad máxima de carga que acepta el subsuelo natural de fundaciones, incluyendo las sobrecargas del edificio y los efectos dinámicos del suelo, como impactos, vibraciones, viento, etc.

Un estudio de suelos contiene lo siguiente:

- a. Ensayos de campo.
- b. Ensayos de laboratorio.
- c. Geología local y regional.
- d. Estudios sísmicos.
- e. Presencia de nivel freático y aguas subterráneas.
- f. Análisis de resultados de campo y laboratorio.



- g. Evaluación de la capacidad portante del terreno en función del sistema de fundación seleccionado (diseño por resistencia).  $h$  vs.  $q$  y  $q_{\text{máx.}}$ ;  $D_f$ ; mejoras de la resistencia del suelo a realizar.
- h. Cálculo de asentamientos diferenciales esperados (diseño por rigidez).
- i. Conclusiones.
- j. Recomendaciones.

#### 2.4.3 Preparación superficial del lugar donde se coloca al edificio.

Tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura sobre el terreno.

Si existen árboles, determinar cuáles deben ser trasladados, podados o trasplantados; no es necesario que se corten todos; se pueden dejar algunos siempre que no dañen la construcción futura con la raíz.

#### 2.4.4 Cimentaciones o fundaciones.

Son las estructuras de base de soporte de todas las cargas que se imponen al suelo de fundación, cuya función es transmitir las cargas de la estructura de la edificación alta, en forma de fuerzas lo más distribuidamente al suelo para lograr buena estabilidad permanente.

Las fundaciones, son la base de apoyo del edificio que garantizará que este no ceda o se desplace bajo la acción de cargas fijas o móviles, permanentes o accidentales y se mantenga estable permanentemente; por ejemplo en el

invierno, debido al incremento de humedad (%) cuando aumente el agua subterránea o superficial en esta época; por sismos, con alta liberación de energía por efecto de la tectónica de placas y subducción o acción volcánica severa.

El peso total de la obra (toneladas), es correlativo con la aptitud portante del terreno (tonelada/m<sup>2</sup>) sobre el cual descansa la construcción, así como la influencia de edificios adyacentes.

La aptitud importante o de sustentación de un terreno destinado a construcción, está definida por la capacidad de carga máxima ( $q_{\text{máx}}$ ) del suelo expresada como carga unitaria “q” en kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.4.4.1 Cimentación directa o superficial.

Cuando la fundación se hace en los primeros 0.50 m ó los primeros 3 m de profundidad, esta es la que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal. Las cimentaciones superficiales se emplean para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de muros de carga; muros contención de tierras en los sótanos u otros. Ver figura 19. Si por ejemplo, una fundación a 8 m de profundidad, se refiere a que es superficial comparado con 30 m ó 50 m, es relativo respecto a la magnitud de la edificación y congruente con su peso porque su soporte está más profundo, lo cual se resuelve con pilotes de soporte inicial, para colocar la demás estructura basal de soporte para la edificación o estructura principal de una construcción. Ver figura 2.19.

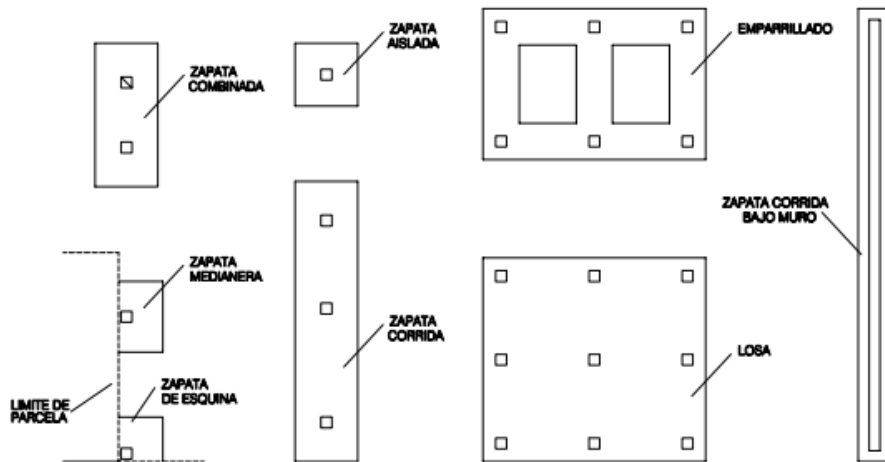


Figura 2.19 Diferentes tipos de cimentaciones superficiales.

Entre los principales tipos de cimentación superficial se tienen los siguientes:

- ✓ Zapata aislada: aplicables a pilar aislado, interior, medianero o de esquina.
- ✓ Cuando el terreno sea firme y competente para desempeñarse bien, con las cargas a soportar según el tipo de edificación a construir, se pueda cimentar con una presión media alta de 3 Kg/cm<sup>2</sup> a 4 Kg/cm<sup>2</sup> asentamientos diferenciales menores a 25 mm.
- ✓ Zapata combinada: para dos o más pilares contiguos.
- ✓ Cuando la capacidad portante del terreno se considere baja ( $q$  de diseño previsto) 2 Kg/cm<sup>2</sup>, se estructuran varios pilares muy próximos entre sí; o bien, cuando las cargas por pilar son muy grandes, el dimensionado de los cimientos puede dar lugar a zapatas aisladas muy cercanas, incluso tres solapadas. En ese caso se puede recurrir a la unión de varias zapatas en una sola llamada zapata combinada conteniendo dos o más pilares.

- ✓ Zapata corrida: Alineaciones de tres o más pilares o muros de carga.
- ✓ Se realiza con tres o más pilares uniformemente alineados.
- ✓ Losa de fundación, placa maciza para transmitir y distribuir la intensidad de las cargas, uniformemente; el peso de la estructura sobre el terreno.
- ✓ Cuando el terreno presente baja capacidad de carga  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$  y cuando el área cubierta por posibles cimentaciones aisladas o por emparrillados cubra un porcentaje elevado mayor al 50% de la superficie de ocupación en planta del edificio. Las losas de cimentación pueden ser de los siguientes tipos: continúa y uniforme, con refuerzos bajo pilares, con pedestales, con sección en cajón, nervada, aligerada.
- ✓ La losa de cimentación se utiliza preferentemente para reducir los asentamientos diferenciales en terrenos heterogéneos.
- ✓ Cimentación compensada.
- ✓ Un edificio con sótano cimentador por medio de losa, es posible que el peso de las tierras excavadas sea semejante al peso total del edificio. En ese caso, la presión unitaria neta que transmite a la losa al terreno, es del mismo orden de magnitud que la presión efectiva preexistente, y los asentamientos son probablemente pequeños.

#### 2.4.4.2 Cimentación profunda usando pilotes de soporte.

Son columnas estructurales con los que se transmiten las cargas de una estructura hacia las capas o estratos resistentes profundos del subsuelo, evitando con ello, el desplante en suelos superficiales que tienen baja capacidad de carga o son de alta deformabilidad. Una cimentación es profunda cuando su extremo inferior está a la profundidad mayor que ocho veces su diámetro o ancho. Ver figura 2.20.

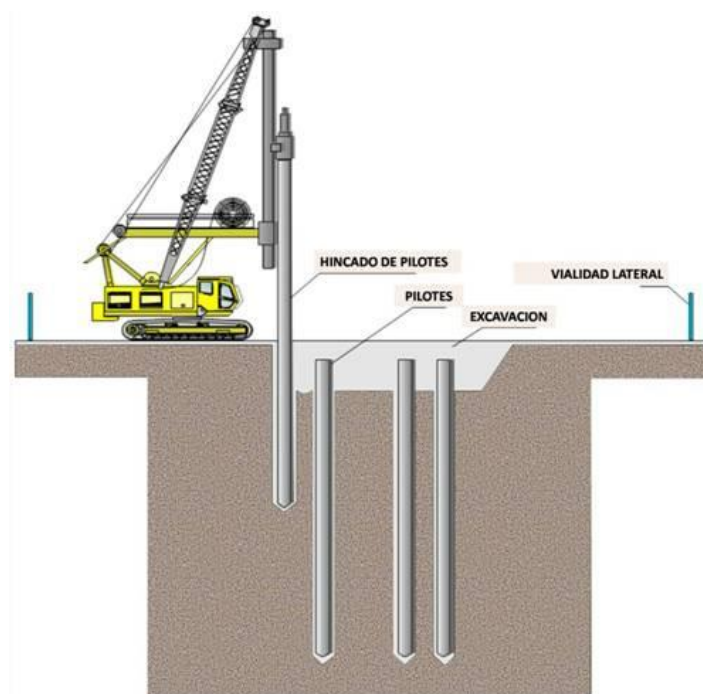


Figura 2.20 Tipos de pilotes hincados con maquinaria hidráulica.

Los tipos de pilotes son los siguientes:

- a. Pilote aislado: es el que está alejado de otro u otros pilotes “sin interacción relativa o directa entre sí”; geotécnicamente, funciona como sistema unificado con la cimentación.

- b. Grupo de pilotes: son los que interaccionan entre sí, estructuralmente trabajando en conjunto en un sistema suelo-estructura.
- c. Zonas pilotadas: son zonas donde se ha dispuesto el conjunto de pilotes en suelos débiles, con el fin de reducir asentamientos o hundimientos.
- d. Micropilotes: son pilotes con diámetros entre 6 cm y 25 cm (excepcionalmente 30 cm y 35 cm).

En general, los pilotes son elementos estructurales cuya longitud es mucho mayor que la dimensión transversal media. La forma de su sección transversal puede ser circular o casi circular, cuadrada, hexagonal u octogonal; a propósito con la transmisión y distribución de cargas al suelo y funcionamiento de la estructura, en unidad por efectos estáticos y dinámicos en la interacción suelo estructura.

Los pilotes se utilizan principalmente cuando:

- ✓ El estrato resistente está profundo o debajo de la cimentación de los estratos de fundación.
- ✓ No haya estrato resistente y por tanto se excede la imposición de cargas con respuesta a la capacidad portante existente.
- ✓ Los pilotes son solicitados a tracción.
- ✓ Es necesario resistir cargas inclinadas.

- ✓ En edificaciones sobre el agua.
- ✓ Si el terreno puede generar variaciones volumétricas superficiales estacionales.

#### 2.4.5 Sistema estructural y entramados estructurales.

Sistema estructural. Es un conjunto de elementos rígidos largos y cortos, vigas, columnas, losas que funcionan en unidad entre sí en la edificación que constituyen; esta base se conoce como alma de la construcción, armazón o esqueleto. Ver figura 2.21.



Figura 2.21 Representación de un sistema estructural de un edificio con sus elementos verticales y horizontales.

Entramado estructural. Suelen estar configurados con elementos lineales o curvos unidos entre sí, planares o espaciales. Los entramados de un edificio de más de una planta lo configuran vigas y columnas, formando módulos planares o espaciales en forma de escalerines. En estructuraciones lineales uniformes;

tales estructuras planares o espirales reticulares, sus módulos van en crujeas como lo indica la figura 2.21.

#### 2.4.6 Elementos verticales.

Son los pilares o columnas, generalmente, cuya función es transmitir directamente hacia el suelo portante las cargas y el peso de ésta. También pueden ser muros de carga que se apoyan sobre la cimentación y pilotes.

Columna. Los elementos estructurales verticales diseñados para soportar cargas verticales y peso propio, fuerzas horizontales (viento y sismos), trabajan generalmente a flexo-compresión y a tracción (columnas atirantadas).

Muros de carga. Su función es soportar las cargas transmitidas por los elementos que ellos mismos soportan; tienen apariencia de una pared común o corriente; pero son estructurales, para lograr el espesor propio de las cargas que soportarán.

Pilotes. Pilote de fundación o sistema de fundación por pilotaje, es un tipo de cimentación profunda. Puntualmente, estos se hincan en el terreno, buscando siempre el estrato resistente capaz de soportar las cargas transmitidas; o valiéndose de las propiedades de los estratos, para que este elemento estructural trabaje como se quiere o lo prevé su diseño, trabajando por la punta o por la fricción con el fuste y el suelo de los estratos que lo contienen, en unidad.



#### 2.4.7 Elementos horizontales.

Son elementos estructurales (vigas y losas) cuya función principal es hacer transmitir las cargas a los elementos verticales, columnas, pilares o muros de carga.

Las vigas, sus dimensiones y longitudes dependen de las magnitudes de las cargas que soportarán, y el vano a salvar según su función en arquitectura, de tal manera que sea capaz de absorber y transmitir todas las cargas a los elementos verticales.

Las losas de entresijos, son placas huecas o macizas de pequeño espesor “e”, relativo, comparadas con su longitud y ancho. Las losas densas o macizas, constan de un tipo de varillas colocadas ortogonalmente en entramado reticulares, a lo largo y ancho de la plataforma; al igual que en las vigas, se estructuran con refuerzo superior e inferior debido a zonas de tensión causadas por la flexión del elemento, y varillas para absorber los esfuerzos causados por cambios de temperatura y variaciones volumétricas del concreto, estas varillas se colocan en el lecho superior, sin ningún doblez y a lo largo y ancho de toda losa, a una separación determinada por requisitos mínimos del diseño.

#### 2.4.8 La estructura en conjunto y modularmente.

La estructura modular se refiere al diseño unificado de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales.

La estructura modular, son edificios compuestos por un conjunto de componentes arquitectónicos integrados en unidad y estos van ensamblados de tal forma que todos ellos pueden recuperarse, repararse, reutilizarse, o sustituirse con facilidad. Así, los edificios pueden conservarse eternamente, reducirse, ampliarse, ponerse al día, o incluir nuevos elementos arquitectónicos o estructurales en el futuro. Esto es más común con módulos metálicos en forma de contenedores de embalajes (1.5 m x 3.5 m) ensamblados horizontal en hileras verticalmente en torre; según requerimientos, a propósito con la arquitectura, el ambiente y el urbanismo<sup>19</sup>.

#### 2.4.9 Estructuras metálicas.

Las estructuras metálicas, columnas, traveses y placas en acero estructural, ángulos, se producen en las fábricas y talleres con las longitudes y formas indicadas en los planos y especificaciones. Ver figura 2.22.



Figura 2.22 Estructura compuesta por perfiles de acero.

---

<sup>19</sup> Estos dos sistemas, y son novedosos y considerados ecológicos en las grandes urbes. También son innovaciones por los usos alternativos de estos contenedores. Ejemplo, 2 contenedores ensamblados horizontalmente (con pernos) pueden ser una vivienda unifamiliar relativamente acomodada o una oficina.

Constructivamente, se arman las piezas por medio de soldadura eléctrica de arco, ensamblaje con pernos y otros conectores metálicos.

En este caso, el ingeniero residente de la obra, debe poner su atención durante la fabricación y montaje de las piezas, sostenedores con tornillos, pernos o soldaduras provisionales, colocando los apoyos temporales necesarios, tales como contravientos, cuñas, tirantes o puntales. Este montaje inicial debe ser lo suficientemente fuerte para sostener la carga muerta de las piezas que lo componen, más los esfuerzos de montaje, del viento o sismo.

#### 2.4.10 Sistema hidráulico.

La construcción de este sistema debe realizarse con sumo cuidado y una supervisión rigurosa, los descuidos pueden provocar fallas, problemas y deterioros difíciles de resolver posteriormente, ya que las fallas podrían quedar ocultas.

El ingeniero residente debe cuidar la localización de los ductos, cisternas y bombas con sus controles. En relación con los tubos, de cobre, PVC o hierro galvanizado, debe cerciorarse de su diámetro correcto ( $\phi$ ) y que su espesor ( $e$ ) coincida con las especificaciones técnicas correspondientes. Ver figura 2.23.

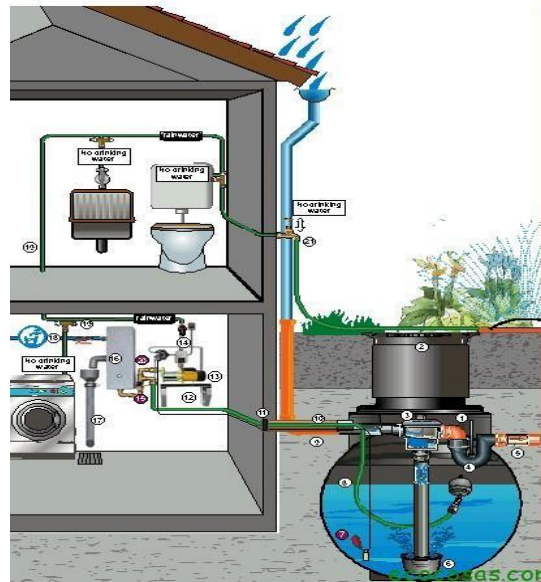


Figura 2.23 Sistema hidráulico representativo de una construcción sencilla.

#### 2.4.11 Sistema eléctrico

Las instalaciones del sistema eléctrico están compuestas principalmente por conductos, conductores, interruptores, lámparas y contactos. Figura 2.24.

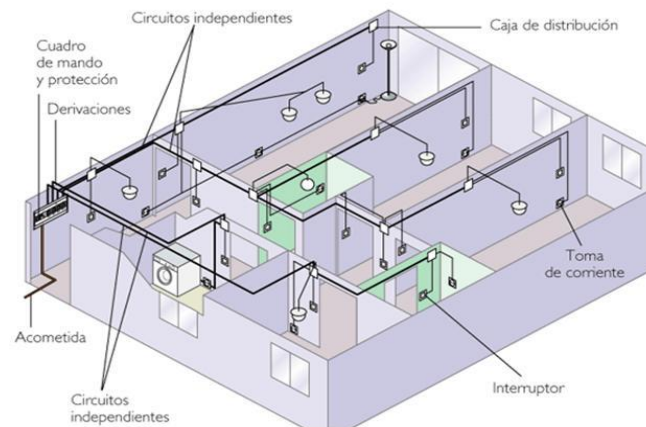


Figura 2.24 Representación del sistema eléctrico de una construcción habitacional.

Es responsabilidad del ingeniero residente, cerciorarse de la colocación correcta de las instalaciones, que los materiales correspondan con las especificaciones,

que los conductores empleados sean del tipo calibre y color indicado en los planos, que los accesorios, interruptores generales, interruptores de lámparas, paneles de control y contactos, sean de la marca y capacidad indicados y especificados en los documentos contractuales.

Una vez terminadas estas instalaciones, se procede a realizar pruebas, para cerciorarse que las lámparas funcionen correctamente, que todos los interruptores funcionen, y que los tomacorrientes y conexiones se han hecho con el cable del calibre indicado para el amperaje que deben soportar; se verifica, que los interruptores generales tengan clara la indicación de los circuitos que alimentan.

#### 2.4.12 Sistema de instalaciones especiales.

En estos sistemas se encuentran, el sistema de distribución de gas y sistema de aire acondicionado.

Instalaciones de gas, el supervisor debe cerciorarse que se hagan con la localización y el recorrido correcto, con el diámetro y espesor de tubo especificado en los planos y especificaciones técnicas correspondientes.

Las instalaciones de aire acondicionado están compuestas de calentadores, enfriadores, ductos, salidas y controles, que también cumplan con lo contractual.

Ver figura 2.25.

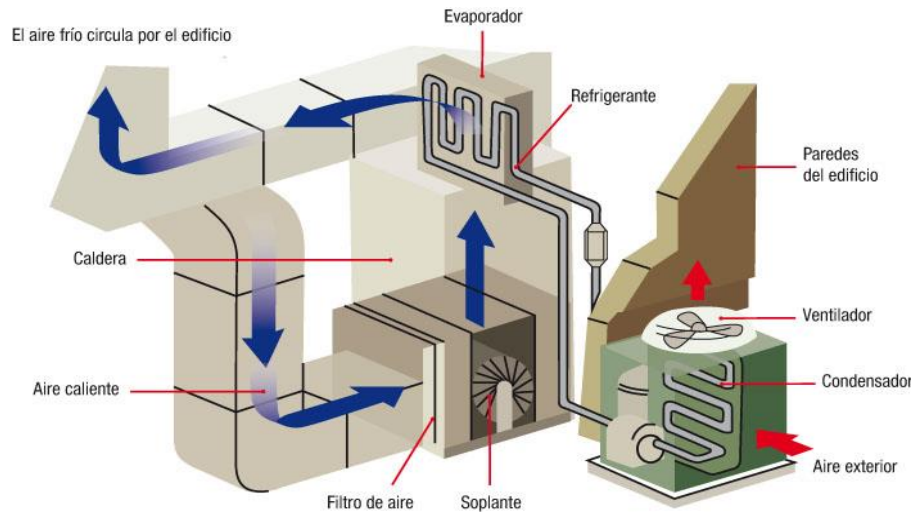


Figura 2.25 Sistema común de aire acondicionado para un edificio.

Las tareas del ingeniero residente deben ser: comprobar que los ductos tienen la sección indicada en los planos y especificaciones técnicas correspondientes; que las curvas tienen el diámetro que se señala y que los traslapes a través de las losas, vigas y muros se realizan por los sitios que se han dejado para ese propósito, sin debilitar la estructura en lo mínimo; igualmente, debe verificar que las compuertas estén en los sitios especificados con sus controles operando.

El ingeniero residente debe revisar, que en las salidas estén las rejillas y los difusores indicados, y que los controles de cuarto estén en su sitio y correspondan con las especificaciones técnicas.

Se hará la prueba al sistema, en la que se debe verificar su balance en los diversos cuartos donde deba operar. Así mismo, se debe asegurar que no haya ruidos ni vibraciones y que los filtros de aire estén limpios.

### 2.4.13 Procesos constructivos

En toda obra civil, es necesario que todos los procesos constructivos sean gestionados y supervisados por el ingeniero residente, ya que éste tiene la facultad para elegir y determinar cada proceso y que sean realizados bien de la forma que se acordó y decidió en las especificaciones y planos contractuales, reduciendo recursos económicos y tiempos de ejecución.

#### 2.4.13.1 Construcción de la estructura de concreto estructural.

La estructura principal se ejecuta conforme a los planos y especificaciones técnicas finales y autorizadas, el ingeniero residente debe inspeccionar el concreto (diseño, elaboración, vaciado y curado), acero de refuerzo, con las pruebas de laboratorio, vigas, columnas y losas, asegurándose que la obra se realice acorde al proyecto, en los planos, especificaciones y demás. Concordando con las especificaciones técnicas contractuales, ajustada al calendario, y realizada con la tecnología, herramientas y maquinaria apropiada, con la geometría, medidas y el acabado estipulado. También, el ingeniero residente es el encargado de programar las pruebas y ensayos de laboratorio a los materiales, concreto y toda la estructura del edificio.

#### 2.4.13.2 Construcción de la estructura con prefabricados.

En construcción con prefabricados, el ingeniero residente verifica que los materiales a poner sean los que aparecen en los planos constructivos y especificaciones técnicas y disponer de las especificaciones de su elaboración por la empresa fabricadora.

Generalmente, el proveedor de estos materiales prefabricados, presentan los distintos manuales de instalación-construcción, esto sirve de gran ayuda al ingeniero residente para dirigir el proceso constructivo.

#### 2.4.13.3 Construcción de cimentaciones de concreto estructural en un edificio.

En un edificio, el diseño de la cimentación es el resultado de un estudio de mecánica de suelos, del que se deriva un procedimiento constructivo, un procedimiento para la excavación y protección de los muros o taludes, que garantice la seguridad durante la obra y después de ella.

La cimentación requiere que la supervisión sea muy cuidadosa, que garantice la estabilidad de las obras. El tipo de cimiento puede ser de zapata aislada, zapata corrida, losa de cimentación o pilotes.



**CAPÍTULO III**  
**ESTUDIO DE CAMPO PARA PROPUESTA METODOLÓGICA DEL**  
**INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES**

### 3.1 Plan para recolección de información en campo.

En toda investigación, se observa y analiza el problema<sup>20</sup>, a propósito, para cumplir objetivos; se obtiene un diagnóstico de la situación actual, de todas las condiciones existentes y las más predominantes y críticas; así como las condicionantes que hay. El diagnóstico se toma de base para plantear una solución al problema. Para el caso, “el problema” se cita resumidamente como sigue “el puesto de ingeniero residente lo ha ejercido un ingeniero civil con poca experiencia administrativa o formado empíricamente, en base a experiencia y práctica en el ejercicio profesional de ejecutar proyectos en obras de varios tipos, técnicamente, con poca formación y experiencia administrativa o de gestión y esto lo conlleva a insatisfactoriedad en el desempeño de este puesto, a la vez lo limita, y consecuentemente, a las empresas constructoras les impacta negativamente estos resultados del empirismo, experiencialismo e intuición personal de sus haceres“. En este trabajo de graduación, se aplica la técnica estadística por muestreo para estudiar a cerca de “el ingeniero residente”, el puesto, sus funciones, actividades y responsabilidades; en lo administrativo, principalmente; con el objetivo de indagar, verificar o comprobar y complementar la información que se presupuesta con la hipótesis y demás contenidos teóricos

---

<sup>20</sup> A este lo contiene una problemática con un cúmulo de aspectos relevantes de preocupación a evaluar bien para que la solución funcione bien, cumpla objetivos y alcances o beneficios en empresas, estabilidad y sostenibilidad a través de inversión y utilidades. Son aspectos definidos, acumulados, no enfrentados o no atendidos, despriorizados, no tomados en cuenta. El problema, también es como mejorar o eficientar rendimientos de obra o de producción con más buena calidad; en todo lo que preocupa para estar por lo menos bien.

vertidos, contenidos en las preguntas del instrumento de recolección de información.

Algunos conceptos a utilizar en este apartado son los siguientes.

- ✓ Población de estudio o universo de trabajo: consta de un listado de empresas constructoras, activas en el país; de las cuales, se toma una muestra representativa, aplicando el criterio de pequeña muestra.

Se elaborará el instrumento recolector de la información, encuestas, conteniendo la hipótesis propuesta, a comprobar.

- ✓ Encuesta: Es el instrumento o medio recolector de la información que den las empresas encuestadas. Contiene un listado de preguntas pertinentes con el respectivo calendario de visita.

Procesamiento de datos de la información recolectada con la encuesta, se analizarán y se correlacionarán estos datos para generar posibles indicadores, esto aplicando un plan de tabulación de datos a correlacionar.

### 3.2 Diseño estadístico

Del listado de empresas constructoras, 51 para este estudio, ver tabla 3.1<sup>21</sup>, se elegirá por sorteo aleatorio, la población representativa, es la muestra a

---

<sup>21</sup> El universo de las empresas constructoras de edificios altos con experiencia en diferentes niveles. Esto mismo es válido para las tablas 3.3 y 3.4.

investigar, para aplicar el plan de recolección de información administrativa-técnica, necesitada, propia del ingeniero residente.

Tabla 3.1 Listado de empresas constructores activos en el país para estudiar acerca del ingeniero residente.

1	VIVIENDAS Y PROYECTOS, S.A. de C.V.
2	INGENIEROS URBANISTAS, S.A. de C.V. (INURBA, S.A. de C.V.)
3	CONSTRUCTORA BETON.
4	LOPEZ HURTADO, S.A. de C.V.
5	ARCO INGENIEROS.
6	LUX INGENIEROS.
7	ECONSA CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.
8	CONSTRUCTORA DISA.
9	ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES ORG.
10	A & D CONSTRUYENDO, S.A. de C.V.
11	EDIFICACIONES CHOUSSEY, S.A. de C.V.
12	INGRAN, S.A. de C.V.
13	SEPROBIA, S.A. de C.V.
14	OBRAS CIVILES
15	CONSTRUCTORA E INMOVILIARIA, C.A., S.A./C.V. (CONICA)
16	CONSTRUCCIONES, TRANSPORTE Y TERRACERIA SERRANO, S.A. de C.V.
17	CONSTRUCTIVA, S.A. de C.V.
18	CONSTRUCCION E INVERSIONES, S.A. de C.V. (CONINVER S.A. DE C.V.)
19	CONSTRUCTORA ESPINOZA, S.A. de C.V. (COTENSA)
20	CONSTRUYE, S.A. DE C.V.
21	CONSTRUCTORES CARRILLO.
22	DESARROLLADORA LAS CUMBRES S.A. de .C.V.
23	DESARROLLOS VERANDA, S.A. de C.V.
24	DISEÑO Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION, S.A. de C.V. (D Y D CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.)
25	GRUPO PROAMBIENTE, S.A. de C.V.
26	GRUPO AGRISAL – DEICE, S.A. de C.V.
27	INMOBILIARIA ORIENTAL, S.A. de C.V.
28	INVERSIONES BOLIVAR, S.A. de C.V.
29	INVERSIONES FLORENCIA, S.A. de C.V.
30	INVERSIONES TECNICAS, S.A. de C.V. (DELCA, S.A. de C.V.), (ITSA, S.A. de C.V.)

31	IVAN, S.A. de C.V.
32	JOKISCH MORENO INGS. ARQS., S.A. de C.V.
33	LA HIPOTECARIA, S.A. de C.V.
34	M & M INGENIEROS, S.A. de C.V.
35	NOVOA HERNANDEZ, JOAQUIN ING. (NOVOA INGENIEROS)
36	PASTORE ORANTES ASOCIADA, S.A. de C.V. (POASA)
37	PRISMA INGENIEROS, S.A. de C.V.
38	INVERSIONES E Y M
39	SERPAS Y LOPEZ, S.A. de C.V.
40	TURISTICA DEL PACIFICO, S.A. de C.V.
41	CONSTRUCCIONES NABLA.
42	CASTANEDA INGENIEROS.
43	ABITARE DISEÑO Y CONSTRUCCION
44	ACOSTA GARCIA CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.
45	ADGO CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.
46	ALAMO SERVICIOS DIVERSOS DE CONSTRUCCION, S.A. de C.V.
47	PASO A PASO REMODELACIONES
48	ARCIDES MEDRANO
49	ARDECO, S.A. de C.V.
50	ART. EDIFICA, S.A. de C.V.
51	INVERSIONES OMNI.

3.2.1 Muestreo y tamaño de la muestra “n” basado en el criterio de la fórmula simplificada.

Usando los números aleatorios, se hace un sorteo aleatorio simple, en donde cada empresa enlistada de la población finita, tiene igual posibilidad de ser incluida en la muestra. La fórmula a utilizar es la siguiente<sup>22</sup>:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N-1)E^2 + Z^2 P Q} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Dónde:

---

<sup>22</sup> Bonilla, Gildaberto; Cómo hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas. 4° edición. UCA editores, año 2000. Pág. 124.

Z: es el valor crítico, correspondiente con el coeficiente de confianza o nivel de confianza requerido, en este caso, 95.5%; para generar los resultados hacia toda la población. Para mayor seguridad de estos, Rojas S.<sup>23</sup> sugiere que "...; si se pretende probar hipótesis y obtener elementos de juicio debidamente sustentados para formular sugerencias, es mejor elevar el nivel de confianza al 95.5% ó a un valor superior"<sup>24</sup>. Sin embargo, las pautas de tales juicios las da el que generó la información preguntada; y, si esta es pobre o de mala calidad (prejuiciada, con sesgos, mal interpretada, otro), el juicio estadístico solo puede llevar a asociarlo con criterios aproximativos, pero no para fiarse y sustentar algo.

PQ: P y Q su máxima variabilidad posible, por ser eventos probabilísticos o casuísticos sólo se pueden llevar a asociarlos con criterio aproximativo pero no para fiarse o sustentar algo equiprobable para cada uno; sin embargo, a cada uno se le asigna que,  $P = 0.5$  y  $Q = 0.5$ , ya que cualquier empresa enlistada puede ser elegida o no.

E: error muestral, o sea, la cota para el error de estimación. "El error de estimación lo decide el investigador<sup>25</sup>". En este caso es 5%; esto en tanto se conoce bien el grado de fiabilidad o veracidad de la información disponible de base, el criterio del investigador respecto a la calidad esperada de la información a obtener para su representación en el análisis de la hipótesis, y los juicios

---

<sup>23</sup> Estadísticamente cotejados.

<sup>24</sup> Rojas Soriano, Raúl; Guía para realizar investigaciones sociales. 40ª. Edición, Plaza y Valdés Editores, año 2002. Pág. 300.

<sup>25</sup> Bonilla, Gildaberto; Cómo hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas. 4º edición. UCA editores, año 2000. Pág. 121.

deductivos indicados en los inferidos datos obtenidos dentro del estudio emprendido.

N: Población total.

n: tamaño de la muestra.

Asignación de datos aplicando la fórmula 3.1:

N: 51, empresas a investigar.

Z: 2.05<sup>26</sup>; este valor se tomó directamente de la Tabla 3.2<sup>27</sup>.

Tabla 3.2 Valores de Z para el valor de confianza asignado.

Nivel de confianza	99.73%	99%	98%	96%	95.45%
Z	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00
Nivel de confianza	95%	90%	80%	68.27%	50%
Z	1.96	1.645	1.28	1.00	0.6745

E: 4%,

P: 50%,

Q:  $1 - P = 1 - 0.5 = 0.5 = 50\%$ ,

Sustituyendo datos en la fórmula 3.1 la muestra es:

$$n = \frac{(2.05)^2(0.5)(0.5)(51)}{(51-1)(0.04)^2 + (2.05)^2(0.5)(0.5)} = 47.4$$

$n \approx 47$  empresas constructoras.

<sup>26</sup> Este valor es obtenido si se toma un 96% de confianza porque se espera que la probabilidad de que los datos de la muestra resulten idénticos en la población sean igual al 96%, o sea, habrá un 4% de probabilidad que difieran. Este valor de 1.96 se obtiene dividiendo 96% entre 2(0.480) y buscar en la columna Z de la tabla del anexo 1.

<sup>27</sup> Spiegel, Murray R.; Estadística. 4° edición. McGraw-Hill, año 2009. Pág. 229.

Por comprobación, la muestra es casi igual a la población. De acuerdo con el criterio empírico, se aplica en este caso, y se puede elegir una muestra de hasta 25% de la población total. En este caso, por criterio práctico, se aplica la cuarta<sup>28</sup> parte de la población, 25% y es asignado a “n”; así:

$$n = \frac{51}{4} = 12.75 \cong 13; \text{ Empresas constructoras a encuestar.}$$

Las 13 empresas dedicadas a la construcción en el país, se eligen con un sorteo al azar dentro de la población total (51 empresas).

El muestreo aleatorio simple es la técnica de muestreo en la que todos los elementos y cada uno que forman la población y que, por lo tanto, están descritos en el marco muestral, tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra.

Por ejemplo, para cada empresa codificada se hace un boleto con un número correlativo, estos se introducen en una urna y después de revolver bien, se extraen uno a uno al azar los boletos, todas las empresas que tengan un número extraído de la urna formarán la muestra. En el caso de aplicación de este estudio, se hace por medio del software Excel, con la opción de “aleatorio.entre” se seleccionó al azar teniendo las 51 empresas que conforman la población o universo. Las empresas seleccionadas al azar son 13 y están contenidas en la tabla 3.3.

---

<sup>28</sup> El cuarteo es un criterio práctico de laboratorio y una teoría de representación muestral, con respecto a la totalidad para la obtención de índices de juzgamiento como criterio guía para decidir, por ejemplo, un diseño técnico en la solución técnica y buena calidad.



Tabla 3.3 Listado de empresas que constituyen la muestra “n”

1	CONSTRUCCIONES NABLA.
2	CONSTRUCTORES CARRILLO.
3	LOPEZ HURTADO, S.A. de C.V.
4	ARCO INGENIEROS.
5	INVERSIONES OMNI.
6	ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES ORG.
7	CASTANEDA INGENIEROS.
8	EDIFICACIONES CHOUSY, S.A. de C.V.
9	CONSTRUCCION E INVERSIONES, S.A. de C.V. (CONINVER S.A. DE C.V.)
10	CONSTRUCTIVA, S.A. de C.V.
11	NOVOA HERNANDEZ, JOAQUIN ING. (NOVOA INGENIEROS)
12	PRISMA INGENIEROS, S.A. de C.V.
13	PASO A PASO REMODELACIONES

Empresas sustitutas<sup>29</sup>, si alguna de las seleccionadas no da la información en la encuesta o simplemente no quieren contestarla, la tabla 3.4 contiene el listado para sustituir alguna entre las 13 empresas seleccionadas.

Tabla 3.4 Listado de empresas sustitutas para completar encuesta “n”.

1	INGRAN, S.A. de C.V.
2	INVERSIONES BOLIVAR, S.A. de C.V.
3	INVERSIONES TECNICAS, S.A. de C.V. (DELCA, S.A. de C.V.), (ITSA, S.A. de C.V.)
4	SERPAS Y LOPEZ, S.A. de C.V.
5	ACOSTA GARCIA CONSTRUCCIONES, S.A. de C.V.
6	ARDECO, S.A. de C.V.

### 3.2.2 Plan de recolección de información.

- ✓ Obtener constancia de realización del estudio del tema, esta será extendida por la dirección de la escuela de ingeniería civil, para tener un

<sup>29</sup> Se toma como número de empresas sustitutas aproximadamente el 50% de la muestra calculada.

respaldo de fe, que el trabajo de graduación se está realizando por los suscritos bachilleres en la escuela de ingeniería civil, en la Universidad de El Salvador, y presentarla a las instituciones o empresas involucradas, 13 de la muestra elegida, en la industria de la construcción; esto, al momento de solicitarles la entrevista.

- ✓ Elaborar los formularios de encuestas conteniendo las preguntas específicas a presentar a las instituciones involucradas en la construcción y a los profesionales entrevistados; además, estas se grabarán en audio. Ver en tabla 9 el listado de conceptos posibles a preguntar en la encuesta.
- ✓ Entrevistas. Primero contactar a la persona o instituciones seleccionadas para solicitar que respondan la encuesta, y programar la fecha de entrevista. Si alguna de estas empresas o instituciones no acepta atender la entrevista se sustituirá (reemplazo) por otra.

El tipo de entrevista a utilizar es la combinación de estructurada y libre, ya que, es más flexible y abierta, permite al entrevistador, depurar sobre la base del problema, en estudio, los objetivos y las variables que sirvieron de base para formular las preguntas antes de realizar la entrevista; lo cual, tomando en cuenta el orden, la forma de dirigir las preguntas o su formulación para adaptarlas a las diversas situaciones y características particulares de los sujetos de estudio, que en este caso

son instituciones públicas o privadas involucradas en la industria de la construcción.

- ✓ Con los datos recabados en las encuestas, se procede al procesamiento según el plan presentado a continuación.

### 3.2.3 Plan de procesamiento de datos.

La información recabada en el estudio de campo es la pauta para explicar las hipótesis planteadas en base al problema, cumpliendo objetivos y metas del estudio.

- ✓ Realización de encuestas, en las empresas seleccionadas según el programa calendarizado en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Programa de entrevistas, a cada empresa de la muestra “n”.

N°	EMPRESA A ENTREVISTAR	DIA DE VISITA			
		SEMANA DEL 20/JUNIO AL 25/JUNIO			
		20 - JUNIO	22 - JUNIO	23 - JUNIO	24 - JUNIO
1	CONSTRUCCIONES NABLA.	9:00 AM – 9:30 AM			
2	CONSTRUCTORES CARRILLO.	10:30 AM -11:30 AM			
3	LOPEZ HURTADO, S.A. de C.V.	2:00 PM – 2:30 PM			
4	ARCO INGENIEROS.		9:00 AM – 9:30 AM		
5	INVERSIONES OMNI.		10:30 AM -11:30 AM		
6	ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES ORG.		2:00 PM – 2:30 PM		
7	CASTANEDA INGENIEROS.			9:00 AM – 9:30 AM	
8	EDIFICACIONES CHOUSSY, S.A. de C.V.			10:30 AM -11:30 AM	
9	CONSTRUCCION E INVERSIONES, S.A. de C.V. (CONINVER S.A. DE C.V.)			2:00 PM – 2:30 PM	
10	CONSTRUCTIVA, S.A. de C.V.				9:00 AM – 9:30 AM
11	NOVOA HERNANDEZ, JOAQUIN ING. (NOVOA INGENIEROS)				10:30 AM -11:30 AM
12	PRISMA INGENIEROS, S.A. de C.V.				2:00 PM – 2:30 PM
13	PASO A PASO REMODELACIONES				3:00 PM – 3:30 PM

- ✓ El procesamiento estadístico de datos, se auxilia de un plan de tabulación de resultados y, por ejemplo, el análisis se auxilia de gráficos de pastel. Los datos resultantes serán cualitativos. Se utilizarán tablas de frecuencias como la presentada en la tabla 3.6 a continuación:

Tabla 3.6 Ejemplo sencillo de tabla de frecuencias para saber cuál es el color favorito de 20 personas.

Color	Frecuencia absoluta	%
Azul	5	25
Rojo	4	20
Verde	6	30
Rosa	3	15
Morado	2	10
Total	20	100

### 3.2.4 Plan de tabulación de resultados

#### 3.2.4.1 Plan para preguntas cerradas

La tabulación para preguntas abiertas consiste en utilizar un cuadro haciendo un análisis individual por cada pregunta para luego hacer, por ejemplo, una representación gráfica de los mismos, su cuantificación se realizó con el estadístico porcentaje cuya fórmula es:

$$\% = \frac{Fx100}{N}$$

?: Tanto por ciento que se encuentra en el total del estudio.

F: Número de veces que se repite el dato.

100 = Constante de la muestra

N: Total de Datos.

La tabla 3.7 queda de la siguiente forma:

Tabla 3.7 Tabulación para preguntas cerradas.

Posible respuesta	Frecuencia	Porcentaje
R1	F1	%1
R2	F2	%2
R2	F3	%3
Total	Ft	100 %

#### 3.2.4.2 Plan para preguntas abiertas

Las preguntas abiertas se codifican una vez conocidas y agrupadas por la mayor afinidad entre cada grupo, todas las respuestas de los entrevistados; a las cuales, se les aplicaron o al menos las principales tendencias de respuestas en cada grupo entre la una muestra de los cuestionarios aplicados, y hacer las correlaciones que se puedan asociar para explicar la hipótesis o deducir juicios de valor que la expliquen.

El procedimiento consiste en encontrar y darles nombre a los patrones generales de respuesta (respuestas similares o comunes), listar estos patrones y después, por ejemplo, asignar un valor numérico o símbolo a cada patrón. Así, un patrón constituirá una tipificación, concepto o categoría de respuesta a utilizar explicativamente, basándose en los presupuestos de referencia que se plantearon en el marco teórico y conceptual o referencial.

Los pasos para la tabulación de preguntas abiertas serían los siguientes:

- 1- Seleccionar determinado número de cuestionarios mediante un método adecuado de muestreo, asegurando la representatividad de los sujetos investigados.
- 2- Observar la frecuencia con que aparece cada respuesta a la pregunta.
- 3- Elegir las respuestas que se presentan con mayor frecuencia (patrones generales de respuesta).
- 4- Clasificar las respuestas elegidas en temas, aspectos o rubros, de acuerdo con un criterio lógico, cuidando que sean mutuamente excluyentes.
- 5- Darle un nombre o título a cada tema, aspecto o rubro (patrón general de respuesta).
- 6- Asignarle el código a cada patrón general de respuesta.

Por ejemplo, en ese caso la tabla 3.8 de manera más simple, sería similar al de la pregunta cerrada; no se descarta otro tipo de correlación conveniente a explicar o comprobar lo expuesto en referencia de antecedentes.

Tabla 3.8 Tabulación para preguntas abiertas.

Posible respuesta	Frecuencia	Porcentaje
R1	F1	%1
R2	F2	%2
R2	F3	%3
Total	Ft	100 %

A cada pregunta se le hará la respectiva interpretación y análisis cualitativo y cuantitativo.

3.3 Planteamientos de las hipótesis e identificación de variables dependientes e independientes.

✓ Hipótesis primaria.

“El ingeniero residente en edificios altos cumple, principalmente, funciones administrativas”

✓ Hipótesis secundarias.

“El ingeniero residente en edificios altos controla y da seguimiento a costos contractuales”

Las variables identificadas en la hipótesis son las siguientes:

- a. Cumplir funciones administrativas, principalmente.
- b. Controlar y dar seguimiento a los costos contractuales.

3.4 Presentación de interrogantes para entrevista de campo.

Para obtener la información que ayude a resolver las hipótesis, es necesario realizar una formulación de preguntas en base a conceptos de la teoría de las actividades administrativas y técnicas del ingeniero residente.

### 3.4.1 Conceptos para formular preguntas de las actividades administrativas y técnicas del ingeniero residente.

En los conceptos seleccionados para formular las preguntas, se tomaron aquellos que se consideran primordiales para el desempeño de las actividades administrativas y técnicas del ingeniero residente. Se presentan en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Listado de conceptos para formular la encuesta.

1	Cumplir con el control de facturación y seguimiento de los costos según lo previsto por el proyecto.
2	Actualizar la Planificación y programación de la obra.
3	Mantener la bitácora ordenada y actualizada con el supervisor de la obra.
4	Suspender la obra que no se esté ejecutando de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.
5	Apegarse a los planos y especificaciones técnicas para ejecución de la obra y sus alcances respectivos.
6	Disponer documentación legal.
7	Forma de Subcontratar.
8	Controlar el Flujo de fondos o flujo de caja.
9	Informar al personal técnico y profesional.
10	Control y supervisión de la calidad de los materiales en uso.
11	Aplicación de normas seguridad ocupacional.
12	Manejo de estimaciones por obra.
13	Trabajos extras, adicional al no presupuestado.
14	Costos reales de obra hecha.



### 3.4.2 Formulario de preguntas para encuestas.

1. ¿El ingeniero residente sigue un plan de ejecución que le otorga la empresa?  
 Sí       No

2. ¿Cómo hacen uso de la bitácora durante ejecutan el proyecto y qué otros registros usan?

---



---



---

3. ¿Tiene problemas el ingeniero residente, el supervisor u otros, con el uso de la bitácora?

Sí       No

Qué tipo de problemas: \_\_\_\_\_

---



---

4. En la ejecución de obra.

4.1 ¿Los planos constructivos (contractuales) se siguen tal como se autoriza al inicio de la construcción?

Sí       No

4.2 ¿El ingeniero residente es el responsable de realizar los cambios en los planos, en el transcurso del proyecto?

Sí       No

Como lo hacen: \_\_\_\_\_

5. El ingeniero residente con la supervisión, el propietario, la gerencia, a su criterio, ¿Qué es lo más relevante que deben saber en el seguimiento del proyecto?

Avance de ejecución de obra

Retraso de programación de obra

Posibles soluciones a problemas en la obra

Otra actividad: \_\_\_\_\_

6. Según su experiencia ¿Qué tipo de problemas ha tenido la empresa constructora/ ingeniero residente, con los pedidos de materiales o suministros?

- Atraso en la entrega de materiales
- Entrega de materiales de mala calidad
- Entrega de material diferente al que se ha pedido
- Cantidad de materiales entregados inexactos

Otro: \_\_\_\_\_

7. ¿Hay un plan de seguridad ocupacional formulado y aplicado por el ingeniero residente en un proyecto de construcción?

- Sí       No

Cómo lo aplica en la obra: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. En la seguridad ocupacional de los trabajadores ¿Hay manual/instructivo propio de la empresa constructora para concientizar a los trabajadores del uso de equipo de seguridad?

- Sí       No

Otro: \_\_\_\_\_

9. Si se dan problemas administrativos en la finalización de la obra ¿El ingeniero residente está involucrado en estas actividades administrativas?

- Sí       No

Cómo lo desarrolla: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. A su criterio, ¿El ingeniero residente desempeña más funciones administrativas o más técnicas, en un proyecto de construcción?

Más administrativas \_\_\_\_\_ %

Más técnicas \_\_\_\_\_ %

11. ¿El ingeniero residente da seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto?

Sí       No

En base a qué; controla él: \_\_\_\_\_

12. ¿Le corresponde al ingeniero residente actualizar la programación de la obra de un proyecto de construcción?

Sí       No

Cada cuánto tiempo lo hace: \_\_\_\_\_

13. En la adjudicación de subcontratos de obra para un edificio alto, ¿Es relevante el criterio del ingeniero residente?

Sí       No

Porqué: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. ¿Cómo ingeniero residente, realiza usted las estimaciones de obra?

Sí       No

Cuál es la forma que usted lo aplica: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. Con los trabajos extras en obra, solicitados por el propietario, ¿El ingeniero residente es responsable de realizar las actividades administrativas de estas obras en un proyecto de construcción?

Sí       No

Describa las actividades: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 3.5 Procesamiento, interpretación y análisis de resultados de estudio de campo a cerca del ingeniero residente<sup>30</sup>

#### 3.5.1 Resultados de pregunta 1

Tabla 3.10 El plan de ejecución dado por la empresa constructora.

¿El ingeniero residente sigue un plan de ejecución que le otorga la empresa?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	10	77
No	3	23
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: las empresas constructoras tienen un plan de ejecución de la obra proyectada para que lo siga el ingeniero residente. Cuando estas no disponen de ello, están más sujetas a riesgos y fracasos; su administración es anómala, indicando graves problemas en la ejecución de las obras. En el desarrollo de sus actividades las empresas constructoras modernas, siempre deben tener lo mejor estructurada su administración para ser competitivas, cumpliendo requisitos tan fundamentales como tener el plan de ejecución de obra a seguir.

Para comprobar si la hipótesis se cumple en esta pregunta haremos la prueba de hipótesis o de significancia usando la fórmula de Ji-cuadrada<sup>31</sup>:

<sup>30</sup> Ver anexos de encuestas de campo e interpretación de resultados.

<sup>31</sup> Spiegel, Murray R.; ESTADÍSTICA. 4º edición. The McGraw-Hill Companies, Inc. Año 2009. Pág. 294 a 299.

$$X^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(o_2 - e_2)^2}{e_2} + \dots + \sum_{j=1}^k \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j} \quad \text{Ecuación (1)}$$

En dónde cada término de la suma es lo siguiente:

$X^2$  : Estadístico ji cuadrada.

$o_j$ : Frecuencias observadas.

$e_j$ : Frecuencias esperadas.

Se espera que por lo menos el 75% (proporción hipotética de acuerdo a la investigación) de los ingenieros residentes, sigan el plan de ejecución la empresa constructora. Entonces, las frecuencias esperadas si la muestra es  $n = 13$ , serian:

- Si =  $13 (0.75) = 9.75$
- No =  $13 (0.25) = 3.25$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.11:

Tabla 3.11 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	10	3	13
Esperadas	9.75	3.25	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(10 - 9.75)^2}{9.75} + \frac{(3 - 3.25)^2}{3.25} = 0.03$$

Se necesitan encontrar los grados de libertad, usando  $v = k - 1$  Ecuación (2)

Dónde:

$v$ : grados de libertad.

$k$ : cantidad de categorías.

Como en este caso la cantidad de categorías son dos, entonces:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando nivel de confianza  $z = 95\%$ ; de que el ingeniero residente siga un plan de ejecución otorgado por la empresa constructora, el valor crítico  $\chi_{95}^2$ , según apéndice IV de la estadística de Schaum<sup>32</sup> es  $\chi_{95}^2 = 3.84$ . Este valor se puede obtener de la misma forma, para más valores de significancia ( $\alpha$ ), con la ecuación =INV.CHICUAS.CD (ji cuadrada de cola derecha) de las hojas de cálculo de Excel.

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < \chi_{95}^2$ , o sea  $0.03 << 3.84$ . El estadístico de prueba, ji cuadrada dio cercano a cero porque la frecuencia esperada es muy cercana con la frecuencia observada; así que la mayoría de los ingenieros residentes, aplican el plan de ejecución que les da la empresa constructora. También, el valor calculado del estadístico de prueba ( $X^2$ ) es mucho menor que el valor crítico ( $\chi_{95}^2$ ), indica que la hipótesis se cumple, “el ingeniero residente sigue el plan que le otorga la empresa constructora”.

Con el criterio<sup>33</sup>, cuando los grados de libertad son igual a 1 ( $v = 1$ ) y cuando las muestras son pequeñas, donde cada valor de las frecuencias esperadas está

---

<sup>32</sup> Ver anexo de valores críticos para diferentes significancias y grados de libertad.

<sup>33</sup> Spiegel, Murray R.; ESTADÍSTICA. 4° edición. The McGraw-Hill Companies, Inc. Año 2009. Pág. 294 a 299.

entre 5 y 10, como en el caso de esta investigación, es necesario comparar los valores del estadístico calculado con los calculados con la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|o_k - e_k| - 0.5)^2}{e_k} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|10 - 9.75| - 0.5)^2}{9.75} + \frac{(|3 - 3.25| - 0.5)^2}{3.25} = 0.03$$

$$X^2_{(corregida)} < x^2_{95}$$

$$0.03 \ll 3.84$$

Se observa que los valores de la fórmula corregida de Yates son iguales a los calculados al principio, por lo que la hipótesis queda comprobada, en ambos casos.

✓ **Análisis:** un plan de ejecución previsto y dado por la empresa constructora para ejecución de una obra o proyecto, para su aplicación, debe ser cuidadosamente leído e interpretado por el ingeniero residente a cargo, para aclarar dudas y observaciones que él tenga, y así, mejorar las partes que él considere necesario o desarrollar lo que ha quedado inconcluso, implícito u omitido, resumido o sin detallar; siendo necesario que él aporte ideas propias, proponiendo métodos constructivos más eficientes y efectivos en la ejecución, tener mejor control de precios de mercado previendo aumento de costos o la

reducción en partidas que puedan resultar más baratas, más rápidas o más seguras; todo esto sería “lo que propone” el ingeniero residente.

### 3.5.2 Resultados de pregunta 2

Tabla 3.12 El uso de la bitácora por el ingeniero residente.

¿Cómo hacen uso de la bitácora durante ejecutan el proyecto?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Registro de actividades	3	23
Tiempos de ejecución	2	15
Retrasos	3	23
Acuerdos	5	39
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: en bitácora, lo que más se registra son acuerdos a que se llega; se registran actividades más relevantes del día, por ejemplo, inicio de fundaciones, inicio de estructuras metálicas, etc. Los retrasos son registros de mucha importancia que deben quedar claramente asentados en bitácora, pero sobre todo, las razones por las que ocurrieron estos. Por ejemplo, efectos de fenómenos naturales, retraso de proveedores de materiales y equipo, por malos procesos constructivos, etc.

Otros registros importantes que usan en obra los ingenieros residentes es el kardex, donde por ejemplo, se lleva inventariado de existencias de materiales, herramientas y equipos, el cual debe ser actualizado diariamente; hoy es importante el uso de correo electrónico, para mantener comunicación al momento y al día con personal de oficina y de campo; así mismo, con los proveedores, subcontratistas, etc.; mantener el juego de planos completos en el proyecto;



también, es importante llevar un registro en portafolio fotográfico de forma cronológica. Las minutas de reuniones, de común acuerdo por las partes, quedan en actas archivadas. Informes semanales, se describe lo que se ha realizado en la semana, con fotografías de la obra realizada detalladamente. El horómetro, lo usan para registrar el número de horas que un equipo, generalmente eléctrico o mecánico, ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo.

Para esta interrogante no se hace el análisis de la ji-cuadrado, porque desde el hecho de que el ingeniero residente hace uso de la bitácora, está realizando una función administrativa, con lo cual se cumpla la hipótesis primaria.

✓ Análisis: el ingeniero residente debe tener en obra y usar la bitácora, registrando y actualizando día a día, lo sucedido en cada jornada de trabajo, con anotaciones claras que son relevantes en el seguimiento del proyecto, los común acuerdos con la supervisión y demás profesionales acreditados para usar la bitácora, lo cual evitará malos entendidos a futuro.

### 3.5.3 Resultados de pregunta 3

Tabla 3.13 Experiencia del ingeniero residente con el uso de la bitácora.

¿Tiene problemas el ingeniero residente, el supervisor y otros, con el uso de la bitácora?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	4	31
No	9	69
Total	13	100

Tabla 3.14 Diferentes tipos de problemas con uso de bitácora.

¿Qué tipo de problema?	frecuencia	Porcentaje (%)
Ninguno	9	70
Mala redacción	2	15
Bitácora no actualizada	2	15
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: el ingeniero residente no tiene problemas con el supervisor u otro usuario de la bitácora, porque han logrado acuerdos comunes, suscritos en bitácora.

Entre los problemas más comunes que enfrenta el ingeniero residente con el uso de la bitácora es la redacción, ambigua; ya que esto da lugar interpretaciones diferentes al tema que se debió anotar; la no actualización, puede conllevar a que imposibilite la continuidad en asuntos, anotaciones y firmas, del día necesitado, actualmente.

Para comprobar si la hipótesis se cumple para esta pregunta haremos nuevamente uso de la prueba de hipótesis o de significancia usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se espera que por lo menos el 50% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes, no presenten problemas con el supervisor y otros, con el uso de la bitácora. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- $Si = 13 (0.50) = 6.50.$

- No = 13 (0.50) = 6.50.

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.15:

Tabla 3.15 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	4	9	13
Esperadas	6.50	6.50	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(4-6.50)^2}{6.50} + \frac{(9-6.50)^2}{6.50} = 1.92$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente no tiene problemas con el supervisor y otros, con el uso de la bitácora, el valor crítico de tabla es  $x_{95}^2 = 3.84$ .

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada

$$X^2 < x_{95}^2, \text{ o sea } 1.92 < 3.84$$

El valor calculado del estadístico, es menor, comparado con el crítico, la hipótesis se cumple; es decir, que el ingeniero residente no tiene problemas con los demás profesionales con el uso de la bitácora. No se trata de diferencias personales de opinión en lo coloquial del trabajo, sino con criterio técnico profesional de lo establecido en lo contractual, para la ejecución y lo correspondiente a la continuidad del trabajo que se autorice; como entrega de obra con buena calidad,

funcionamiento en condición buena, cumplimiento de especificaciones y procedimientos bien hechos, etc.

Para comprobación, se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|4 - 6.5| - 0.5)^2}{6.5} + \frac{(|9 - 6.5| - 0.5)^2}{6.5} = 1.23$$

$$X^2_{(corregida)} < x^2_{95}$$

$$1.23 < 4.22$$

Se observa que los valores de la fórmula corregida de Yates no son iguales a los calculados al principio, pero siempre está por debajo del valor crítico  $x^2_{95}$ ; así la hipótesis queda comprobada.

✓ Análisis: si, por ejemplo, no se está de acuerdo con lo que indica la supervisión y es necesario justificar, se hará pero con criterio técnico, de acuerdo con aplicación de normas, reglamentos, especificaciones y planos, dentro de lo contractual. El ingeniero residente debe ser lo más profesional, ordenado, lo cual se refleja en la bitácora, ya que si las anotaciones son claras, ordenadas y se llevan al día, no se tendrán inconvenientes con ningún profesional en este apartado, ni con los efectos consiguientes de la ejecución del proyecto.

### 3.5.4 Resultados de pregunta 4.1

Tabla 3.16 Uso de planos como se autorizó al inicio de la obra.

¿Los planos constructivos (contractuales) se siguen tal como se autoriza al inicio de la construcción?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	7	54
No	6	46
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: los ingenieros residentes ejecutan los planos de la construcción, tal como se autorizaron contractualmente; sin embargo, la etapa de análisis y ajustes, casi siempre tienen observaciones a superar, modificaciones u otras que después se realizan cambios, por pequeños que estos sean, pueden ser detalles faltantes, incongruencias, o en un caso más particular, porque no es posible realizar cierta obra indicada debido a las condiciones del terreno y haya que modificar o cambiar algo de lo que esté indicado en los planos autorizados, dimensión u otro; así mismo, por cambios no conocidos en documentos contractuales el propietario decida cambiar.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se espera que por lo menos el 75% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes, sigan los planos constructivos contractuales tal como se autoriza al inicio de la construcción. Entonces, las frecuencias esperadas serian:

- Si =  $13 (0.75) = 9.75$ .

- No = 13 (0.25) = 3.25.

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.17:

Tabla 3.17 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	7	6	13
Esperadas	9.75	3.25	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(7-9.75)^2}{9.75} + \frac{(6-3.25)^2}{3.25} = 3.10$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con los grados de libertad calculados y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente siga los planos constructivos contractuales tal como se autorizaron al inicio de la construcción, el valor crítico de tabla es  $x_{95}^2 = 3.84$ .

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < x_{95}^2$ , este es:  $3.10 < 3.84$

El valor calculado del estadístico es menor al valor crítico, indica que se cumple la hipótesis de que los ingenieros residentes, siguen los planos constructivos tal como se autorizaron al inicio de la construcción.

Para comprobación, se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|7-9.75|-0.5)^2}{9.75} + \frac{(|6-3.25|-0.5)^2}{3.25} = 2.08$$

$$X^2_{(corregida)} < x^2_{95}$$

$$2.71 < 3.84$$

Los valores de la formula corregida de Yates no son iguales a los calculados al principio, pero siempre resulta menor que el valor crítico  $x^2_{95}$ ; así, la hipótesis queda comprobada.

✓ Análisis: los planos de inicio se siguen tal y como se entregan en esta autorización, contractualmente, por el ingeniero residente, pero él debe hacer las observaciones en base a errores e incoherencias en los planos y aplicando sus experiencias que mejoren la ejecución del proyecto.

### 3.5.5 Resultados de pregunta 4.2

Tabla 3.18 La responsabilidad de realizar los cambios en los planos.

¿El ingeniero residente es el responsable de realizar los cambios en los planos, en el transcurso del proyecto?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	7	54
No	6	46
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: el ingeniero residente es responsable de realizar los cambios en los planos; pero al inicio y en el transcurso puede tener observaciones o cambios sugeridos; sin embargo, todo cambio debe ser

autorizado previas consultas y demás gestiones, por pequeños que estos fuesen. Los ingenieros residentes los solicitan con autorización a la supervisión, e informan a la gerencia su realización, a la vez realizando los cambios en los planos.

Comprobación con el uso de la fórmula de Ji-cuadrada.

Se espera que por lo menos el 60% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes, sean los responsables de realizar los cambios en los planos, en el transcurso del proyecto. Entonces, las frecuencias esperadas serian:

- Si = 13 (0.60) = 7.80
- No = 13 (0.40) = 5.20

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.19:

Tabla 3.19 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	7	6	13
Esperadas	7.80	5.20	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(7-7.80)^2}{7.80} + \frac{(6-5.20)^2}{5.20} = 0.21$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$



Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente sea el responsable de realizar los cambios en los planos en el transcurso del proyecto, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < x_{95}^2$ , se obtiene que  $0.21 \ll 3.84$ . El estadístico de prueba ji cuadrada, dio cercano a cero porque la frecuencia esperada es muy cercana con la frecuencia observada.

El valor calculado del estadístico, es mucho menor que el valor crítico, se cumple la hipótesis de que el ingeniero residente es el que realiza los cambios en los planos en el transcurso del proyecto.

Para comprobación, se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|7 - 7.80| - 0.5)^2}{7.80} + \frac{(|6 - 5.20| - 0.5)^2}{5.20} = 0.03$$

$$X_{(corregida)}^2 < x_{95}^2$$

$$0.03 \ll 3.84$$

Los valores de la fórmula corregida de Yates no son iguales a los calculados al principio, pero siempre este es menor que el valor crítico  $x_{95}^2$ , así, la hipótesis queda comprobada.

✓ Análisis: algunas empresas constructoras tienen en la obra un departamento de diseño, entonces ya no le correspondería al ingeniero residente

realizar los cambios en los planos. A veces, el ingeniero residente realiza esta actividad para cambios de menor trascendencia, por ejemplo, corrección de cotas de planos; pero, para diseños que requieran tener criterios especializados, es necesario que los realice el profesional del área especializada en el detalle específico.

### 3.5.6 Resultados de pregunta 5

Tabla 3.20 Lo relevante en el seguimiento de obra.

El ingeniero residente con la supervisión, el propietario, la gerencia, a su criterio, ¿qué es lo más relevante que deben saber en el seguimiento del proyecto?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Avance en la ejecución de obra	3	24
Retraso de programación de obra	5	38
Posibles soluciones a problemas en la obra	5	38
Total	13	100

Tabla 3.21 Otras actividades importantes descritas por los profesionales.

Otra actividad	Frecuencia	Porcentaje (%)
Costos	2	16
Ninguna otra	9	70
Avance financiero	1	7
Avance físico	1	7
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: del seguimiento del proyecto, entre lo más relevante es, las posibles soluciones a problemas en la obra, es lo de mayor énfasis; aunque estos no están especificados, están referidos a los técnicos propios de obra de ingeniería o arquitectónicos, administrativos; están indicados

por avance en ejecución y retrasos de lo programado. Se prevé que, en la ejecución habrá siempre distintos tipos de problemas pequeños y grandes; y otros más difíciles por resolver relativamente, y es obligatorio resolver exitosamente a satisfacción de todas las partes involucradas, porque si se solucionan los problemas, continúa el avance de obra, evitando los retrasos; consecuentemente, se cuidará, por ejemplo, no aumentar los costos contractuales.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

De acuerdo con la investigación, la opción más relevante en el seguimiento de la obra en construcción, es el retraso con respecto a lo planificado y programado; es decir que, un 50% se espera que el ingeniero residente le dé igual importancia a las dos opciones restantes. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- Avance en la ejecución de obra =  $13 (0.25) = 3.25$
- Retraso de programación de obra =  $13 (0.50) = 6.50$
- Posibles soluciones a problemas en la obra =  $13 (0.25) = 3.25$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.22:

Tabla 3.22 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Avance en la ejecución de obra	Retraso de programación de obra	Posibles soluciones a problemas en la obra	Total
Observadas	3	5	5	13
Esperadas	3.25	6.50	3.25	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(3-3.25)^2}{3.25} + \frac{(5-6.50)^2}{6.50} + \frac{(5-3.25)^2}{3.25} = 1.31$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 3 - 1 = 2$$

Con el valor de  $v = 2$  y considerando un nivel de confianza  $z = 95\%$ , que el ingeniero residente le dé mayor importancia al retraso de programación de obra durante su ejecución, el valor crítico es  $\chi_{95}^2 = 5.99$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < \chi_{95}^2$ , se obtiene que  $1.31 < 5.99$

El valor calculado del estadístico es menor que el valor crítico, así, el ingeniero residente le da mayor importancia a los retraso en la programación de obra. Esta es una de las actividades administrativas más importantes que él debe realizar en la obra para no incurrir en complicaciones.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|3-3.25|-0.5)^2}{3.25} + \frac{(|5-6.50|-0.5)^2}{6.50} + \frac{(|3-3.25|-0.5)^2}{3.25} = 0.19$$

$$X^2_{(corregida)} < x^2_{95}$$

$$0.19 < 5.99$$

Los valores de la formula corregida de Yates, siempre resultó menor que el valor critico  $x^2_{95}$  , por lo que la hipótesis queda comprobada.

✓ **Análisis:** El retraso en la programación, el avance (%) es menor que lo programado y las posibles soluciones se dan para evitar esos retrasos; contrario a ello se debe procurar que la obra avance como en la estimación de la programación inicial o mayores que ella. Si tiene retrasos, por ejemplo, el costo financiero del proyecto se vuelve importante porque genera pérdidas a la empresa constructora. En otro caso, en la obra se puede ir al día según la programación, pero si se suministra exceso de mano de obra o de alquiler de maquinaria se aumentan los costos directos.

### 3.5.7 Resultados de pregunta 6

Tabla 3.23 Diferentes problemas con los pedidos de materiales.

Según su experiencia ¿qué tipo de problemas ha tenido la empresa constructora/ ingeniero residente, con los pedidos de materiales o suministros?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Atraso en la entrega de materiales	7	54
Entrega de materiales de mala calidad	1	8
Entrega de material diferente al que se ha pedido	3	23
Cantidad de materiales entregados inexactos	2	15
total	13	100

Tabla 3.24 Otros tipos de problemas.

¿Otro problema?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Ninguno	11	85
Materiales sin Existencias en el país	2	15
total	13	100

✓ Evaluación de resultados: es más frecuente el atraso en la entrega de los materiales por los proveedores. Por ejemplo, con empresas pequeñas, con poca experiencia. Otros problemas comunes son, que los materiales en entrega son diferentes respecto al que se ha solicitado, las cantidades son inexactas, de mala calidad; cuando el material es exclusivo y con poca demanda en el mercado, que requiere importación, generalmente provoca tardanzas o retrasos, lo cual debe preverlo en los pedidos al proveedor.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que de las cuatro opciones la de mayor relevancia fuera el atraso en la entrega de materiales; es decir, el 50.0% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación), que la opción de entrega de materiales de mala calidad tuviera un 20% al igual que la opción de entrega de materiales diferentes al que se ha pedido, dejando restante el 10.00% para la entrega de materiales inexactos.

Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- Atraso en la entrega de materiales =  $13 (0.50) = 6.5$

- Entrega de materiales de mala calidad =  $13 (0.20) = 2.6$
- Entrega de material diferente al que se ha pedido =  $13 (0.20) = 2.6$
- Cantidad de materiales entregados inexactos =  $13 (0.10) = 1.3$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.25:

Tabla 3.25 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Atraso en la entrega de materiales	Entrega de materiales de mala calidad	Entrega de material diferente al que se ha pedido	Cantidad de materiales entregados inexactos	Total
Observadas	7	1	3	2	13
Esperadas	6.5	2.6	2.6	1.3	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(7-6.5)^2}{6.5} + \frac{(1-2.6)^2}{2.6} + \frac{(3-2.6)^2}{2.6} + \frac{(2-1.3)^2}{1.3} = 1.46$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 4 - 1 = 3$$

Con el valor de  $v = 3$  y considerando un nivel de confianza  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente tenga mayores problemas con el retraso en la entrega de materiales, el valor crítico es  $\chi_{95}^2 = 7.81$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < \chi_{95}^2$ ,

o sea,  $1.46 < 7.81$

El valor calculado del estadístico es menor al valor crítico, por lo que el retraso en la entrega de materiales es el que causa mayores problemas al ingeniero residente en obra.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|7-6.5|-0.5)^2}{6.5} + \frac{(|1-2.6|-0.5)^2}{2.6} + \frac{(|3-2.6|-0.5)^2}{2.6} + \frac{(|2-1.3|-0.5)^2}{1.3} = 0.5$$

$$X^2_{(corregida)} < x^2_{95}$$

$$0.5 \ll 7.81$$

Los valores de la formula corregida de Yates no son iguales a los calculados al principio, pero siempre es menor que el valor crítico  $x^2_{95}$ , así, la hipótesis queda comprobada.

✓ **Análisis:** los atrasos, sus causas son variadas pero es común el grado de comunicación entre la empresa constructora (departamento de compra) y los proveedores de materiales o maquinaria. También, es necesario que los pedidos de materiales o equipos se realicen con suficiente tiempo de anticipación, y no hasta que ya esté a punto de utilizarlos; es decir, el ingeniero residente debe revisar constantemente la programación de obra antes de realizar los pedidos. Pero, y tampoco pedir materiales con demasiado tiempo de anticipación porque abarcan mucho espacio en estantería de bodegaje y consecuentemente tienen exposición a cualquier riesgo.



### 3.5.8 Resultados de pregunta 7

Tabla 3.26 Formulación y aplicación del plan de seguridad ocupacional.

¿Hay un plan de seguridad ocupacional formulado y aplicado por el ingeniero residente en un proyecto de construcción?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	8	62
No	5	38
Total	13	100

Tabla 3.27 Diferentes tipos de aplicación de seguridad ocupacional.

¿Cómo lo aplica en la obra?	frecuencia	Porcentaje (%)
A través de un supervisor	1	8
Charlas preventivas	6	46
A través de inspectores	2	15
A través de una empresa externa sub contratada (ingeniero de seguridad industrial)	1	8
A través del ingeniero de control de calidad	3	23
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: los ingenieros residentes tienen y aplican directamente el plan de seguridad ocupacional. Lo hacen a través de charlas preventivas y se auxilian de inspectores designados por él. Estos inspectores pueden ser técnicos auxiliares, caporales o maestros de obra que se encargan de vigilar para que los trabajadores cumplan el plan de seguridad.

Cuando el plan de seguridad es de cargo exclusivo, por ejemplo, de los ingenieros de control de calidad, o subcontratando a una empresa externa de seguridad industrial, el ingeniero residente tiene conocimiento y le da seguimiento a este en base al plan que cumplen éstos ingenieros.

Para comprobación se aplica la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que por lo menos el 75% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes, no formulen ni apliquen el plan de seguridad ocupacional en un proyecto de construcción. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- Si =  $13 (0.25) = 3.25$
- No =  $13 (0.75) = 9.75$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.28:

Tabla 3.28 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	8	5	13
Esperadas	3.25	9.75	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(8-3.25)^2}{3.25} + \frac{(5-9.75)^2}{9.75} = 9.26$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente no formule ni aplique el plan de seguridad ocupacional en un proyecto de construcción, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 > x_{95}^2$ , o sea  $9.26 > 3.84$

El valor calculado del estadístico, es mayor que el valor crítico, indica que el ingeniero residente no formula ni aplica la seguridad ocupación en un proyecto de construcción, por lo que la hipótesis no se cumple.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(18-3.25|-0.5)^2}{3.25} + \frac{(15-9.75|-0.5)^2}{9.75} = 7.41$$

$$X^2_{(corregida)} > x^2_{95}$$

$$7.41 > 3.84$$

Los valores de la formula corregida de Yates, no son iguales con los calculados al principio, pero siempre es mayor que el valor critico  $x^2_{95}$ ; así, queda comprobado que la hipótesis no se cumple.

✓ **Análisis:** el ingeniero residente debe estar capacitado para realizar esta tarea porque muchas empresas pequeñas incluyen toda esta responsabilidad al ingeniero residente; las grandes empresas, ellas mismas se encargan de realizar estas actividades, aliviando las responsabilidades principales del ingeniero residente que, aunque no sea él quien formule el plan, por ética profesional y responsabilidad colateral, debe estar continuamente involucrado en la seguridad de los trabajadores. Prevención, es una práctica muy importante, concientizar a todo el personal involucrado en la construcción para evitar los accidentes de trabajo, por ejemplo, no saltar tramos, sino habilitar el paso para evitar caídas;

mantener limpias las zonas de circulación, etc. También, se usa la coacción reglamentaria, por ejemplo, a los trabajadores se les advierte que al no usar el equipo de protección personal como casco, chaleco, etc., se les puede suspender.

### 3.5.9 Resultados de pregunta 8

Tabla 3.29 Uso de manual propio de las empresas constructoras.

¿Hay manual/instructivo propio de la empresa constructora para concientizar a los trabajadores del uso de equipo de seguridad?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	7	54
No	6	46
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: las empresas tienen manuales de seguridad ocupacional; su administración lo exige, porque son grandes y con experiencia. En las empresas pequeñas que no tienen un manual, pero por ejemplo, reparten folletos informativos, hacen señalización en la obra e imparten charlas semanales. Las grandes empresas también realizan simulacros de incendios, terremotos, etc. Realizan capacitaciones para que los trabajadores sepan cómo atender, por ejemplo, a un herido, dar reanimación cardiopulmonar, etc.

Para comprobación, se aplica la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que por lo menos el 80% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes, respondieran que la empresa

constructora en la que laboraban dispone un manual/instructivo propio sobre el uso del equipo de seguridad. Entonces, las frecuencias esperadas serian:

- Si =  $13(0.80) = 10.4$
- No =  $13(0.20) = 2.6$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.30:

Tabla 3.30 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	7	6	13
Esperadas	10.4	2.6	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(7-10.4)^2}{10.4} + \frac{(6-2.6)^2}{2.6} = 5.56$$

Calculando los grados de libertad es:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza  $z = 95\%$  que la empresa constructora en la que laboraban los ingenieros residentes tienen un manual/instructivo propio sobre el uso del equipo de seguridad, el valor crítico es,

$$x_{95}^2 = 3.84$$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 > x_{95}^2$ ,

esto es:  $5.56 > 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba es mayor que el valor crítico, por lo que la hipótesis no se cumple y que no todas las empresas constructoras tienen un manual/instructivo propio sobre el uso del equipo de seguridad en la obra.

Como comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X^2_{(corregida)} = \frac{(|7-10.4|-0.5)^2}{10.4} + \frac{(|6-2.6|-0.5)^2}{2.6} = 4.04$$

$$X^2_{(corregida)} > x^2_{95}$$

$$4.04 > 3.84$$

Los valores con la fórmula corregida de Yates, siempre es mayor al valor crítico  $x^2_{95}$  obtenidos; por lo que la hipótesis no se cumple.

✓ Análisis: Las empresas que no tienen manuales ni otras alternativas de seguridad ocupacional, en la práctica, exponen la salud de los obreros y a la empresa, con multas y pérdidas económicas; e incumplen toda reglamentación y legalidad en beneficio del trabajador y arriesgan la empresa y también vidas.

### 3.5.10 Resultados de pregunta 9

Tabla 3.31 Actividades administrativas al finalizar la obra.

Si se dan problemas administrativos en la finalización de la obra ¿el ingeniero residente está involucrado en estas actividades administrativas?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	10	77
No	3	23
Total	13	100

Tabla 3.32 Desarrollo de actividades administrativas al finalizar la obra.

¿Cómo las desarrolla?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Se resuelve en conjunto con la gerencia	7	54
Le corresponde a la gerencia	3	23
Con el departamento de costos generan la estimación de liquidación	3	23
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: el ingeniero residente está involucrado en las actividades administrativas al finalizar la obra. Lo hace en conjunto con la gerencia, o él mismo comunicándose con el departamento de costos de oficina central. Contrario a esto es, porque la responsabilidad corresponde a gerencia; sin embargo, el ingeniero residente siempre es el mayor apoyo en cualquier cuestión técnica de la propia ejecución de obra; esto, cuando el gerente le consulte.

En proyectos pequeños las actividades administrativas, incluyendo la finalización de la obra, corresponden al ingeniero residente; pero en proyectos grandes, siempre hay un gerente que es el encargado de realizar estas actividades, lo cual da descargo administrativo y enfatiza lo técnico, para el ingeniero residente.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que por lo menos el 80% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que no se involucraban en actividades administrativas si se daban problemas al finalizar la obra. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- Si =  $13(0.20) = 2.6$
- No =  $13(0.80) = 10.4$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.33:

Tabla 3.33 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Si	No	Total
Observadas	10	3	13
Esperadas	2.6	10.4	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(10-2.6)^2}{2.6} + \frac{(3-10.4)^2}{10.4} = 26.33$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente no se involucra en actividades administrativas si se daban problemas al finalizar la obra la empresa, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 > x_{95}^2$ , esto es,  $26.33 >> 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba es mucho mayor al valor crítico, por lo que se puede decir que la hipótesis no se cumple y que el ingeniero residente sí está involucrado en las actividades administrativas al finalizar la obra.

Como comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.



$$X^2_{(corregida)} = \frac{(10-2.6|-0.5)^2}{2.6} + \frac{(3-10.4|-0.5)^2}{10.4} = 22.89$$

$X^2_{(corregida)} > x^2_{96}$  , este es:

$$22.89 \gg 3.84$$

Los valores de la formula corregida de Yates no son iguales que los calculados al principio, pero siempre es mucho mayor al valor crítico  $x^2_{95}$  por lo que la hipótesis no se cumple.

✓ Análisis: organizativamente, esta actividad administrativa le corresponde realizarla a la gerencia, pero el ingeniero residente es el mayor apoyo técnico-administrativo y responsable para cualquier consulta o duda que surja al gerente.

### 3.5.11 Resultados de pregunta 10

Tabla 3.34 Mayor desempeño de funciones técnicas o administrativas.

¿El ingeniero residente desempeña más funciones administrativas o más técnicas, en un proyecto de construcción?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Administrativa	6	46
Técnica	7	54
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: “por experiencia”, y siempre el ingeniero residente realiza más actividades técnicas que administrativas. Pero, cada empresa tiene su funcionamiento para asignación de carga de trabajo y responsabilidades en el puesto de ingeniero residente.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que el 75% (proporción hipotética de acuerdo con la investigación) de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que desempeñaban más funciones administrativas que técnicas en una obra de construcción. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- Administrativas =  $13(0.75) = 9.75$
- Técnicas =  $13(0.25) = 3.25$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.35:

Tabla 3.35 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	Administrativas	Técnicas	Total
Observadas	6	7	13
Esperadas	9.75	3.25	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(6-9.75)^2}{9.75} + \frac{(7-3.25)^2}{3.25} = 5.77$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando una probabilidad de  $p = 95\%$  de que el ingeniero residente realiza más funciones administrativas que técnicas en un proyecto de construcción, el valor crítico es  $\chi_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < \chi_{95}^2$ , este es,  $5.77 > 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba ( $X^2$ ) es mayor que el valor crítico, por lo que la hipótesis no se cumple; es decir, que el ingeniero residente debe desempeñar más funciones técnicas que administrativas en un proyecto de construcción de edificios altos.

✓ Análisis: que el ingeniero residente hace funciones más técnicas o más administrativas puede estar condicionado por el tipo de empresa, y el grado de responsabilidad encargada al ingeniero residente; el tipo de proyecto, su complejidad, magnitud o tamaño (pequeño, mediano, grande). Las actividades siempre se vuelven más técnicas que administrativas cuando los proyectos son grandes y, lo contrario en proyectos pequeños. Todo ello es relativo y circunstancial. Así, el ingeniero residente necesita estar preparado para asumir las dos funciones, administrativas y técnicas ejerciendo el puesto de ingeniero residente en la ejecución de los proyectos de construcción.

### 3.5.12 Resultados de pregunta 11

Tabla 3.36 El control de los costos de obra.

¿El ingeniero residente da seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	12	92
No	1	8
Total	13	100

Evaluación de resultados. Es importante, dar seguimiento a los costos de obra en ejecución, principalmente con el presupuesto desglosado; esto, en base al

plan de oferta en conjunto. Cuando el control es en conjunto, el ingeniero residente y la gerencia se apoyan mayormente en base al plan de oferta y al presupuesto desglosado.

Para comprobación se aplica la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que el 90% de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que sí daban seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- SI =  $13(0.90) = 11.7$
- NO =  $13(0.10) = 1.30$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.37:

Tabla 3.37 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	SI	NO	Total
Observadas	12	1	13
Esperadas	11.7	1.3	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(12-11.7)^2}{11.7} + \frac{(1-1.3)^2}{1.3} = 0.08$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente da seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto, el valor crítico es,  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < x_{95}^2$ , este es,  $0.08 \ll 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba ( $X^2$ ) es mucho menor que el valor crítico, por lo que la hipótesis se cumple y que el ingeniero da seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto. En mucho depende de él, que se cumpla con los costos planeados al inicio, contenidos en la asignación del proyecto; que se aumenten o se reduzcan, también será su responsabilidad. La eficiencia de los costos es responsabilidad también del ingeniero residente.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|12-11.7|-0.5)^2}{11.7} + \frac{(|1-1.3|-0.5)^2}{1.3} = 0.03$$

$X_{(corregida)}^2 < x_{95}^2$ , este es:

$$0.03 \ll 4.22$$

En la fórmula corregida de Yates, los valores no son iguales que los calculados al principio, pero siempre es mucho menor que el valor crítico  $x_{95}^2$ , por lo que la hipótesis se cumple.

✓ Análisis: El ingeniero residente debe tener actualizado el control de los costos de obra continuamente y mantener actualizados los precios de materiales principalmente. Esto se debe procurar cumplir para valorar bien y hacer decisiones con acciones correctivas necesarias y evitar que en la obra se generen pérdidas de dinero a través de los costos, lo cual se puede prever con la oportuna información actualizada; haciendo de buen control, buena planeación, buena administración en este puesto.

### 3.5.13 Resultados de pregunta 12

Tabla 3.38 Responsabilidad de actualizar la programación de obra.

¿Le corresponde al ingeniero residente actualizar la programación de la obra de un proyecto de construcción?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	11	85
No	2	15
Total	13	100

Tabla 3.39 Periodo de actualización de la programación de obra.

¿Cada cuánto tiempo la actualiza?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Diario	1	8
Semanal	5	38
Quincenal	4	31
Mensual	3	23
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: es responsabilidad del ingeniero residente actualizar la programación de la obra. También, la empresa constructora asigna

un profesional auxiliar para que ayude al ingeniero residente, en esta responsabilidad.

La actualización de la programación, por experiencia de los ingenieros residentes, se debe hacer con mucha frecuencia, de preferencia semanalmente; o hasta quincenalmente.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que el 90% de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que les correspondía actualizar la programación de la obra en un proyecto de construcción. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- SI =  $13(0.90) = 11.7$
- NO =  $13(0.10) = 1.30$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.40:

Tabla 3.40 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	SI	NO	Total
Observadas	11	2	13
Esperadas	11.7	1.30	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(11-11.7)^2}{11.7} + \frac{(2-1.3)^2}{1.3} = 0.42$$

Calculando los grados de libertad tenemos:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza  $z = 95\%$  de que al ingeniero residente le corresponde actualizar la programación de la obra en un proyecto de construcción, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < x_{95}^2$ , esto es:  $0.42 < 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba ( $X^2$ ), es menor que el valor crítico, por lo que la hipótesis se cumple; entonces, le corresponde al ingeniero residente actualizar la programación de la obra en un proyecto de construcción.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|11-11.7|-0.5)^2}{11.7} + \frac{(|2-1.3|-0.5)^2}{1.3} = 0.03$$

$X_{(corregida)}^2 < x_{95}^2$ , Esto es:

$$0.03 \ll 4.22$$

El valor de la fórmula corregida de Yates, es mucho menor que el valor crítico  $x_{95}^2$ , por lo que la hipótesis se cumple.

✓ Análisis: es responsabilidad propia del ingeniero residente, actualizar la programación de la obra en ejecución, porque él es quien sabe, cómo se va desarrollando la obra en rendimientos reales por los trabajadores, los problemas que generen atrasos en obra, las alternativas de solución para agilizar los trabajos, de los métodos constructivos y su efectividad, etc.; él tiene que llevar



un control diario de la programación a realizar, aunque la actualización se realice en los periodos indicados.

### 3.5.14 Resultados de pregunta 13

Tabla 3.41 Criterio del ingeniero residente en adjudicación de subcontratos.

En la adjudicación de subcontratos de obra para un edificio alto, ¿es relevante el criterio del ingeniero residente?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	9	69
No	4	31
Total	13	100

Tabla 3.42 Importancia del criterio del ingeniero residente en la adjudicación de subcontratos.

¿Por qué es relevante?	Frecuencia	Porcentaje (%)
La adjudicación se da a nivel de gerencia	3	23
Por la experiencia con sub contratistas	6	46
Por conocimiento de mercado	2	15
Porque tiene el control global del proyecto	1	8
Le corresponde a oficina central	1	8
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: el ingeniero residente está involucrado en adjudicación de subcontratos de obra, principalmente por su experiencia con éstos. Organizativamente, estas son gestiones conjuntas con la gerencia del proyecto.

El criterio del ingeniero residente tiene relevancia, por ejemplo, el conocer bien los precios de materiales en el mercado, también, él tiene un control de todo lo que se está ejecutando en el proyecto.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que por lo menos 65% de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que su criterio no era relevante en la adjudicación de subcontratos.

Entonces, las frecuencias esperadas serian:

- SI =  $13(0.35) = 4.6$
- NO =  $13(0.65) = 8.4$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.43:

Tabla 3.43 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	SI	NO	Total
Observadas	9	4	13
Esperadas	4.6	8.4	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(9-4.6)^2}{4.6} + \frac{(4-8.4)^2}{8.4} = 6.51$$

Calculando los grados de libertad, es como sigue:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza  $z = 95\%$ , que el criterio del ingeniero residente no es relevante en la adjudicación de subcontratos de obra, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 > x_{95}^2$ , este es,  $6.51 > 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba es mayor que el valor crítico, por lo que la hipótesis no se cumple y que el criterio del ingeniero residente sí es relevante en la adjudicación de subcontratos de obra.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|9-4.6|-0.5)^2}{4.6} + \frac{(|4-8.4|-0.5)^2}{8.4} = 5.12$$

$$X_{(corregida)}^2 > x_{95}^2$$

$$5.12 > 3.84$$

El valor de la fórmula corregida de Yates, es mayor que el valor crítico  $x_{95}^2$ , por lo que se la hipótesis no se cumple.

✓ Análisis: la adjudicación de los sub contratos, es responsabilidad de la gerencia de la empresa constructora, quien debe estar lo suficientemente capacitado y experimentado para este tipo de función administrativa, siendo el ingeniero residente sólo auxiliar técnico de apoyo en cualquier aspecto técnico que tenga que ver con la obra que ejecutan los sub contratistas.

## 3.5.15 Resultados de pregunta 14

Tabla 3.44 Las estimaciones de obra.

¿Cómo ingeniero residente, realiza usted las estimaciones de obra?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	10	77
No	3	23
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: corresponde al ingeniero residente realizar las estimaciones de obra, describiéndola para el respectivo metraje; con los cálculos correspondientes. En hojas electrónicas, las envían a la supervisión para su aprobación. La oficina central hace el último chequeo y da visto bueno para proseguir.

Para comprobación se hará uso de usando la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que el 80% de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que realizaban las estimaciones de obra. Entonces, las frecuencias esperadas serian:

- $SI = 13(0.80) = 10.4$
- $NO = 13(0.20) = 2.6$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.45:

Tabla 3.45 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	SI	NO	Total
Observadas	10	3	13
Esperadas	10.4	2.6	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(10-10.4)^2}{10.4} + \frac{(3-2.6)^2}{2.6} = 0.08$$

Calculando los grados de libertad se tiene que:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$ , que el ingeniero residente realiza las estimaciones de obra, el valor crítico es  $x_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 < x_{95}^2$ , este es,  $0.08 \ll 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba ( $X^2$ ) es mucho menor que el valor crítico. Entonces, la hipótesis se cumple, el ingeniero residente sí realiza las estimaciones de obra.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|10-10.4|-0.5)^2}{10.4} + \frac{(|3-2.6|-0.5)^2}{2.6} = 0.01$$

$$X_{(corregida)}^2 < x_{95}^2, \text{ Este es:}$$

$$0.01 \ll 3.84$$

El valor de la formula corregida de Yates, es siempre mucho menor que el valor critico  $x_{95}^2$ , por lo que la hipótesis se cumple.

✓ Análisis: el seguimiento a la programación de obra, es un control de la obra ejecutada, con esto se obtienen cantidades detalladas a presupuestar en la estimación, de acuerdo con las normas y procedimientos administrativos de la empresa y en atención con lo contractual. Se atiende toda aclaración que el ingeniero supervisor haga notar y prosigue la gestión para hacer efectiva la estimación y cumplir los efectos consiguientes de toda la gestión de ejecución.

### 3.5.16 Resultados de pregunta 15

Tabla 3.46 Responsabilidad del ingeniero residente en los trabajos extras solicitados por el propietario.

Con los trabajos extras en obra, solicitados por el propietario, ¿El ingeniero residente es responsable de realizar las actividades administrativas de estas obras en un proyecto de construcción?	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	8	62
No	5	38
Total	13	100

✓ Evaluación de resultados: el ingeniero residente tiene responsabilidad respecto a trabajos extras, contractuales; contrario a ello; provoca incongruencias y atrasos para cuando hay observaciones a superar para adelantar el proyecto. Es la empresa la encargada de toda esta gestión con el propietario y el equipo técnico, incluyendo al ingeniero residente, respecto a lo necesitado por el propietario. Los ingenieros residentes que no realizan actividades administrativas en trabajos extras, sólo realizaban la cuantificación de la obra y lo demás corresponde a gerencia y al departamento de costos de la empresa constructora.

Para comprobación se aplica la fórmula de Ji-cuadrada.

Se esperaba que por lo menos 70% de los ingenieros residentes encuestados, respondieran que no realizaban las actividades administrativas con respecto a los trabajos extras solicitados por el propietario. Entonces, las frecuencias esperadas serían:

- SI =  $13(0.30) = 3.9$
- NO =  $13(0.70) = 9.1$

Estos valores se presentan en la siguiente tabla 3.47:

Tabla 3.47 Frecuencias Observadas y frecuencias esperadas.

Frecuencias	SI	NO	Total
Observadas	8	5	13
Esperadas	3.9	9.1	13

El estadístico ji cuadrada calculado se obtiene como sigue:

$$X^2 = \frac{(8-3.9)^2}{3.9} + \frac{(5-9.1)^2}{9.1} = 6.16$$

Calculando los grados de libertad se tiene:

$$v = k - 1 = 2 - 1 = 1$$

Con el valor de  $v = 1$  y considerando un nivel de confianza de  $z = 95\%$  de que el ingeniero residente no realiza actividades administrativas con respecto a los trabajos extras solicitados por el propietario, el valor crítico es  $\chi_{95}^2 = 3.84$

Comparando los valores calculados y críticos del estadístico Ji cuadrada  $X^2 > x_{95}^2$ , este es,  $6.16 > 3.84$

El valor calculado del estadístico de prueba es mayor que el valor crítico, por lo que la hipótesis no se cumple. El ingeniero residente sí realiza actividades administrativas con respecto a los trabajos extras solicitados por el propietario.

Para comprobación se aplica la ecuación corregida de Yates.

$$X_{(corregida)}^2 = \frac{(|8-3.9|-0.5)^2}{3.9} + \frac{(|5-9.1|-0.5)^2}{9.1} = 4.74$$

$X_{(corregida)}^2 > x_{95}^2$ , Este es:

$$4.74 > 3.84$$

Los valores de la formula corregida de Yates, no son iguales a los calculados al principio, pero siempre es mayor que el valor crítico  $x_{95}^2$  por lo que la hipótesis no se cumple.

✓ Análisis: el ingeniero residente, más que todo, y pertinentemente, se encarga principalmente de la parte técnica; y, en lo administrativo puede dar opinión cuando le sea solicitado; pero, esta función corresponde al gerente del proyecto. En proyectos de construcción muy pequeños y, si la empresa lo considera conveniente, el ingeniero residente debe involucrarse en todo lo administrativo de las obras extras.



**CAPÍTULO IV**

**PROPUESTA METODOLOGICA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES**

**ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS QUE APLICA EL INGENIERO**

**RESIDENTE CONSTRUCTOR.**

## 4.1 Esquematización de una propuesta metodológica.

### 4.1.1 Descripción de tecnologías prefabricadas.

En innovación tecnológica de los sistemas constructivos de edificios altos, las losas aligeradas de los entrepisos son elementos importantes de los sistemas convencionales de soporte de carga, incluyendo el peso propio de manera que se busca alternativas de ¿Cómo con las mismas cargas de imposición se podrán tener losas más livianas?, esta preocupación ha conllevado a nuevas tecnologías o innovaciones, sin olvidar los riesgos y vulnerabilidad a los que se exponen las estructuras por su uso destinado, que fueron construidas.

Las unidades prefabricadas producidas en plantas industriales, sus dimensiones son casi exactas, con pocos errores y variaciones, los cuales no son significantes una vez colocados en obra. Cuando la construcción se trabaja con elementos prefabricados de concreto, son necesarias menos personas y menos maquinaria en la obra. Para el montaje de las piezas, también no es tan necesario mano de obra calificada, pero es necesaria la capacitación para que logre hacer bien los procedimientos de ese trabajo constructivo.

Las experiencias de sismos, que han impactado edificios altos construidos con losas prefabricadas, estos han soportado terremotos importantes en el país, los del 13 de mayo de 1965, 10 de octubre de 1986 (mercado central, edificio Darío, torre Scan, torre democracia, torre roble) y 13 de enero y febrero de 2001 (hotel

alameda), en términos generales los sistemas de entrepiso prefabricado no se dañaron, eso debido al buen diseño<sup>34</sup> y construcción de estos, principalmente los de bloque de concreto como saltex o tipo saltex.

Este es un tipo de losa con tecnología relativamente nueva (1970), es muy utilizada en la actualidad, con la ventaja de reducir sustancialmente las cargas muertas, sin bajar la resistencia para soportar cargas. Se emplean en edificios altos soportando grandes pesos; por ejemplo, estacionamientos de varios pisos, auditorios en plantas altas, etc.; también, salvando grandes claros entre columnas, seis o más metros libres.

El ingeniero residente, frecuentemente ejecuta procesos constructivos de losas que cada vez son más económicos y más rápidos, en cualquier edificio alto. Las losas de entrepiso en edificios altos. Por ejemplo, para vivienda, las cargas de diseño en este caso, de edificios habitacionales, es más común colocar un sistema de losas prefabricadas, por ejemplo, viguetas "T" y bovedillas con el correspondiente bastoneado y tejido de refuerzo por temperatura y el colado de concreto fresco "in situ"; otro es la losa modular de un solo espesor y huecos circulares a lo largo de la pieza modular (placas), y entrepiso con losa zig-zag.

La principal ventaja de las losas aligeradas a base de vigueta y bovedilla, es que son autoportables, lo que quiere decir que se elimina la mayor parte de cimbra

---

<sup>34</sup> Aplicando los códigos de ACI de 1962 y 1971, que contienen especificaciones de diseño que han funcionado bien con estas experiencias fortuitas extremas, debido al diseño rígido y conservador en todo.

de contacto, únicamente requieren de un apuntalamiento al centro de los claros, lo que las vuelve mucho más económicas y que puedan construirse mucho más rápido comparado con la losa reticular (en desuso) y la losa maciza tradicional forjada in situ.

Las viguetas se colocan en la dirección más corta de la losa, por lo cual constituyen una losa unidireccional. Debido a que las bovedillas son huecas, se disminuye significativamente el peso muerto de la losa, considerándose por tanto aligerada.

#### 4.1.2 Criterios a utilizar en la partida de losas de entrepisos.

##### ✓ Costo

Utilizando prefabricados, es posible tener los costos iniciales prácticamente fijos<sup>35</sup>; el proceso constructivo da lugar a costear más ágilmente, porque una gran parte ya está cuantificada. También, es posible tener menor cantidad de desperdicios al usar prefabricados, por consiguiente menor costo de obra.

##### ✓ Tiempo

El trabajo se vuelve más mecanizado y en producción continua, constante, más ágil en operaciones de colocación y montaje de elementos; esto, hace posible el aumento de la productividad; técnicamente, hay mayor aprovechamiento de las características de los materiales; disminución de los pasos del proceso

---

<sup>35</sup> Válido, por ejemplo, 15 días a partir de la cotización aparente.

constructivo; y reducción del tiempo de construcción, representando esto, menor costo e importantes ahorros. Cuando se utilizan elementos prefabricados los tiempos muertos son nulos, ya que la rapidez de producción aumenta notoriamente.

#### 4.1.3 Sistema de losas aligeradas.

Existen en el mercado una gran variedad de sistemas de entresijos aligerados; entre los más representativos que se utilizan en el país, se encuentran los descritos a continuación.

##### 4.1.3.1 Sistema de Paneles Aislantes (MONOLIT)

Los Paneles Aislantes, son elementos reforzados para la construcción de losas de entresijo y azotea que trabajan simplemente apoyados sobre muros de mampostería, estructura de acero, concreto o madera. Dichos paneles están compuestos de un alma de poliestireno expandido auto-extinguible, y una doble malla de acero electro-soldadas. Se diseñan de acuerdo a los requerimientos de claro y carga. Figura 4.1.



Figura 4.1 Instalación de losa de panel aislante en campo.

#### Ventajas:

- ✓ Alta capacidad de aislamiento térmico que refleja importantes ahorros en el consumo de energía por calefacción y aire acondicionado.
- ✓ Rapidez de instalación con rendimientos de hasta 250 m<sup>2</sup> por día en cubiertas o entrepisos. Ver figura 4.1.
- ✓ Ahorros en mano de obra, cimbra y apuntalamientos.
- ✓ Resistente al fuego hasta 4 horas.

#### Desventajas:

- ✓ La principal desventaja de este tipo de sistemas, al igual que cualquier sistema modular, es que los diseños de los espacios están limitados por la resistencia mecánica de las placas. Se trata de un sistema modular que debe ser diseñado con precisión en la etapa de proyecto, para evitar errores durante el proceso constructivo.

#### 4.1.3.2 Sistema de placas alveolares pretensadas.

El sistema está compuesto por placas prefabricadas en concreto pre-esforzado, las cuales sirven de formaleta para el concreto que debe fundirse sobre ellas, quedando monolíticamente y soportando todos los esfuerzos de tracción y compresión, funcionando como un diafragma. Físicamente, las piezas prefabricadas se adhieren al concreto fresco colado sobre ellos, por la rugosidad que presentan las losas en su cara superior. Estas placas son colocadas sobre elementos portantes, como muros o vigas. Ver figura 4.2.

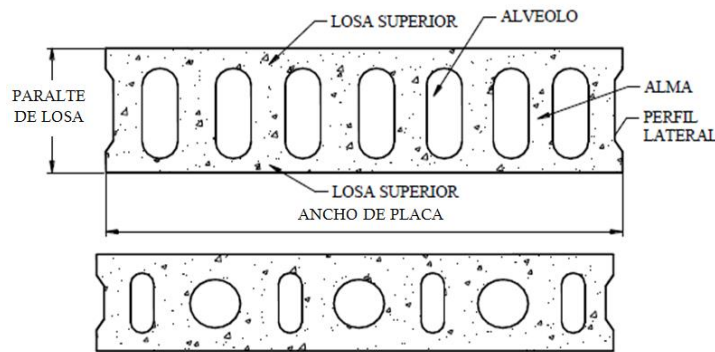


Figura 4.2 Secciones de placas con distintos tipos de alveolos. Las longitudes son variables según el diseño.

#### Ventajas

- ✓ El acopio en obra es local, solo en el momento de montaje y colocación de entrepisos. Las placas se colocan directamente desde el transporte hasta su lugar en la estructura esquelética.

- ✓ Mayor rapidez de puesta en obra y rendimiento por operario. Al cubrir mucha superficie con un sólo elemento, la rapidez de ejecución en obra es más eficiente constructivamente.
- ✓ Al ser autoportante, la placa no precisa de apuntalamientos. Incluso cuando se desea poner capa de compresión, la resistencia de la placa será suficiente, en general, para soportar su peso propio, el peso del concreto vertido sobre ella y la sobrecarga de ejecución.
- ✓ En muchos casos no es necesaria la capa de concreto de compresión. La placa alveolar tiene, por sí sola, una gran resistencia que le permite soportar cargas importantes y salvar grandes luces sin colocación de capa adicional de concreto *in situ*. No se trata, por tanto, de un elemento semirresistente sino autoportante, quedando listo para colocar pisos de lujo.
- ✓ Mínimo consumo de concreto en relleno de juntas, laterales y entre dos placas.
- ✓ El acabado de la cara inferior garantiza un excelente acabado de techos y, en todo caso, admite ser pintada sin ninguna preparación previa debido al acabado liso que tienen de fábrica, propio para cielo raso.
- ✓ Las placas alveolares permiten el uso de grandes luces con un mínimo espesor en la losa ya que la deformación de una placa es menor que la de otra construida con viguetas pretensadas y bovedillas. Ver figura 4.3.





Figura 4.3 Colocación de placa alveolada. Como se muestra en la imagen la placa abarca una gran luz.

Desventajas:

- ✓ Si el acopio, manipulación, forma de transporte e izaje no son efectuadas por personal capacitado, esto podría afectar a las piezas.
- ✓ Se debe disponer de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria. Ver figura 4.4.



Figura 4.4 Forma de colocación de placas alveolares pretensadas con losa de concreto vaciado in situ.

#### 4.1.3.3 Losas aligeradas a base de vigueta y bovedilla.

Este otro sistema donde las viguetas se colocan en un solo sentido.

La losa aligerada está compuesta por los siguientes elementos estructurales: viguetas pretensadas, bovedilla, malla electrosoldada y capa de compresión del concreto estructural, resultando una construcción sencilla y de bajo costo.

Las losas construidas con este sistema quedan integradas en una sola pieza monolítica, por el concreto colado sobre la bovedilla y la vigueta formando la capa de compresión. Ver figura 4.5.

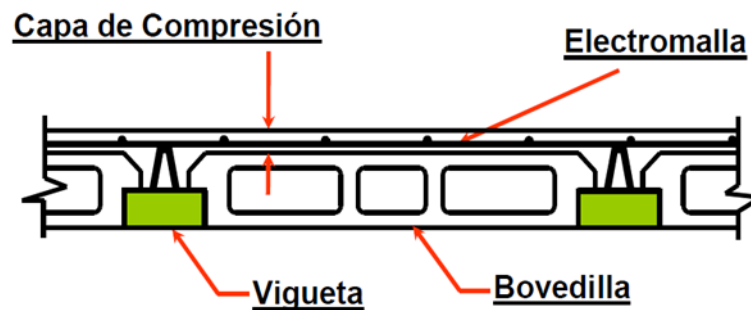


Figura 4.5 Componentes principales de una losa aligerada.

- ✓ Viguetas: Las viguetas están formadas por una armadura de acero de refuerzo y un patín de concreto colado en la parte inferior; todo el elemento está presforzado lo cual le da una flecha (curvatura) de tensado.

La armadura es un producto electrosoldado triangular, formado por tres varillas corrugadas, una superior con  $f'y = 5000 \text{ kg/cm}^2$  de  $\frac{1}{4}$  (6.35 mm.)

y dos inferiores área acero variable con  $f'y= 6000 \text{ kg/cm}^2$ ), unidas por alambre liso calibre 8" (4.11 mm. con  $f'y= 5000 \text{ kg/cm}^2$ ) en forma de zigzag, mediante un proceso de soldadura por resistencia eléctrica a cada 20 cm. Ver figura 4.6.

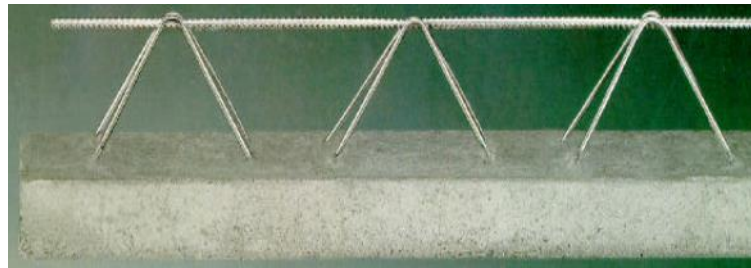


Figura 4.6 Vigueta de losa aligerada.

- ✓ Bovedillas: Las bovedillas son elementos aligerantes del sistema y pueden ser de diversos materiales como, por ejemplo, poliestireno, arcilla y cemento-arena. Su función es eliminar la cimbra de contacto, aligerar la losa, aislante térmico y acústico, obteniendo más seguridad y calidad en la aplicación de este sistema constructivo. En el mercado existen diferentes presentaciones y geometrías. Ver figura 4.7.



Figura 4.7 Tipo de bovedilla de cemento-arena comúnmente usada.

- ✓ Electromalla: Es una malla de acero que se acopla sobre las viguetas, estas reciben el nombre de mallas térmicas debido a que ayudan a aislar la temperatura ambiental de la casa, es decir ayuda a prevenir el exceso de calor o frío debido al clima, se ubica por encima de las bovedillas y en sentido perpendicular. Ver figura 4.8.

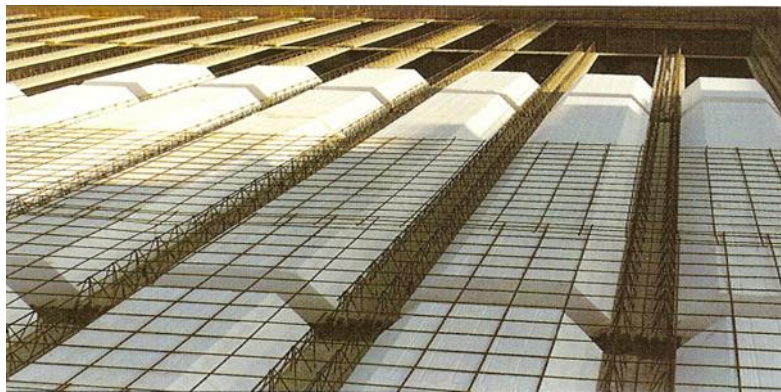


Figura 4.8 Malla electrosoldada colocada en losa.

- ✓ Concreto: El concreto recubridor de los refuerzos estructurales debe tener resistencia mínimo de 200 kg/cm<sup>2</sup>. Su función es que, en conjunto con las viguetas, se logre la resistencia estructural prevista para la losa. Ver figura 4.9.



Figura 4.9 Colocación de concreto para losa aligerada.

Ventajas:

- ✓ Por su fácil y rápida instalación reduce el tiempo de colocación.
- ✓ Requiere el mínimo de apuntalamiento, disminuyendo así el uso de encofrado.
- ✓ Se necesita menos horas-hombre de trabajo y no se requiere mano de obra especializada.

Desventajas:

- ✓ Su principal desventaja es que no funcionan muy bien para claros muy grandes (5.2 m máximo para VT1-20), ya que empiezan a requerir viguetas de mucho peralte.
- ✓ Otra desventaja que más bien es funcional, es que a veces hacen ruidos durante el proceso de dilatación y contracción, estos ruidos son provocados por la bovedilla que cruje y como el área de bovedilla es

mayor que en una losa reticular estos ruidos son más notorios, pero no representan de ninguna manera una falla estructural.

4.1.4 Gestión administrativa y técnica que desarrolla el ingeniero residente aplicando losas aligeradas.

4.1.4.1 Análisis y revisión de planos constructivos, especificaciones técnicas y cronograma de actividades en obra a ejecutar.

En todo proyecto de construcción de un edificio alto, existe un desglose del proyecto por medio de partidas de obra, a ejecutar, que están reflejadas en el plan de oferta y en el presupuesto. El ingeniero residente debe estar familiarizado con estas partidas, y estudiarlas por medio de los planos y especificaciones técnicas. Haciendo buena interpretación y buscando preventivamente, por ejemplo, todo lo que pudiera ocasionar retrasos, avance lento y lo que puede ser ventajoso en avances, costos y procesos constructivos simplificados y ágiles.

El ingeniero residente debe conocer detalladamente cada aspecto de los planos, por ejemplo, cotas, áreas, volúmenes, etc., proyectarse para el momento de la construcción de la partida.

La programación de obra es una guía importante a apearse para que el ingeniero residente ejecute la obra, respetando la ruta crítica con sus actividades primordiales, si hay atraso en las actividades de la ruta crítica, el ingeniero

residente debe priorizar los recursos de otras actividades e introducirlos en aquellas que estén en la ruta crítica.

El ingeniero residente requiere dominio de software de programación de obra (Microsoft Project), porque siempre es necesario hacer ajustes preventivos y en ejecución en marcha en el cronograma de actividades.

#### 4.1.4.2 Revisión de presupuesto.

El ingeniero residente debe revisar preventivamente con cuidado y acuciosidad el desglose de precios unitarios de las distintas partidas y subpartidas de obra, y compararlos con los volúmenes de obra detallados en los planos constructivos.

Estas revisiones se hacen para aplicar correcciones pertinentes y atinadas al haber algún error.

#### 4.1.4.3 Requerimiento y análisis y adjudicación de ofertas a proveedores.

El ingeniero residente presenta el requerimiento de obra, que puede ser, por ejemplo, compra de materiales, subcontratos, alquiler de equipos y herramientas, etc., estos se presentan a oficina central y esta se encarga de gestionar lo solicitado por el ingeniero residente. Los proveedores presentan sus ofertas para ser analizadas por el ingeniero residente, y en algunos casos por el gerente del proyecto, adjudicando en base al análisis de costo, calidad y tiempo de entrega.

#### 4.1.4.4 Selección del procesos constructivo más eficiente.

De las opciones en procesos constructivos, el ingeniero residente analiza todas, y toma su decisión en base a un criterio técnico de tiempo, calidad y costo. El ingeniero residente evalúa las alternativas que se presenten y pondrá en marcha la más eficiente y la que más le convenga a la empresa constructora desde el punto de vista de la tecnología e innovación. Esto se logra en base al análisis técnico-numérico demostrable a través de seguridad, decisiones y costos con respecto a lo contractual.

#### 4.1.4.5 Almacenamiento en bodega de equipo y materiales.

El ingeniero residente, en una actividad y su partida programada, se basará en la fecha de inicio y de ejecución de cualquier partida, debiendo tener disponible en obra la cantidad de materiales, equipo y herramientas necesarios para comenzar y continuar ininterrumpidamente las actividades. Debe tener control de la cantidad de materiales que es posible almacenar en bodega, delegando a un encargado del almacenamiento y control (bodeguero), el cual debe entregar los informes e inventarios de bodega actualizado con los materiales que se han usado y los que quedan en bodega, para que el ingeniero residente realice la siguiente requisición de los materiales complementarios. El equipo que se utilizará debe ser revisado por un técnico capacitado, el cual debe informar al



ingeniero residente del estado y condiciones que tiene para su uso; o sea, que estén en buenas condiciones de operación continúa.

#### 4.1.4.6 Información al personal técnico y profesional.

En la obra de construcción es importante informar al personal técnico y profesional, de las responsabilidades, obligaciones y funciones que le corresponden, para que desempeñen su puesto y cumplir su labor al tiempo establecido según contratos de obra.

El ingeniero residente orienta anticipadamente al personal o encargados de cuadrillas de trabajo, mediante reuniones semanales, mensuales, o como estime necesario el ingeniero residente, siguiendo el plan de trabajo y el programa de obra del proyecto.

#### 4.1.4.7 Supervisión del proceso constructivo y programa de obra.

Es deber del ingeniero residente supervisar el proceso constructivo en la obra, ya que de esta supervisión dependerá el éxito y la buena calidad de la construcción que se lleva a cabo.

En la partida de entrepisos de loza aligerada, por ejemplo, en el caso de sistema de vigueta y bovedilla, se supervisa la buena colocación de las viguetas con la distancia adecuada según los planos constructivos, revisar la buena instalación

de las bovedillas, revisar la resistencia adecuada del concreto estructural y la instalación del mismo, etc.

El programa de obra otorgado al ingeniero residente al principio de la construcción, lo debe respetar y seguir según las fechas asignadas. Cuando haya un desfase, el ingeniero residente debe actualizar el programa con las nuevas fechas e informar al gerente del proyecto las modificaciones que se van realizando durante todo el proyecto.

#### 4.1.4.8 Supervisión de la seguridad ocupacional.

El ingeniero residente es el responsable directo de la empresa constructora en la obra, él debe seguir el plan de seguridad de la empresa constructora; y en algunos casos, es aplicado por el mismo ingeniero residente.

Se necesita que el ingeniero residente, programe reuniones informativas acerca de la seguridad ocupacional, el buen uso del equipo de protección personal, el respeto a la señalización de zonas riesgos y otros. Esto debe realizar por lo menos una vez cada semana con todo el personal obrero y profesional que se encuentra involucrado en el proyecto.

#### 4.1.4.9 Recepción de obra.

Hay dos casos, la empresa constructora decide hacerlo por rendimiento o subcontratar los servicios de una empresa profesional en el área, por ejemplo, de entrepisos prefabricados.

La recepción de obra en los dos casos es diferente. En la elaboración de losas prefabricadas por rendimiento, el ingeniero residente supervisa constantemente la construcción de las losas prefabricadas, esto lo hace delegando al maestro de obra o en su defecto al caporal. Al finalizar la obra, la recepción la hace de conjunto con la supervisión del proyecto. Si el supervisor hace observaciones en relación a errores o fallos en cualquier momento de la construcción, estos deben de ser solventados inmediatamente.

Cuando la obra es subcontratada, se deja que esa empresa profesional se encargue de toda la construcción, y al finalizarla es recibida primeramente por el maestro de obra y el ingeniero residente. Al final es recibida por la supervisión quien se encarga de que todo esté de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas.

#### 4.1.4.10 Control de costos de obra.

Cuando la partida la realiza por rendimiento, el ingeniero debe revisar constantemente el presupuesto desglosado de esa partida, y poner especial cuidado en los rendimientos y control de los desperdicios de materiales.

Debe comunicarse con el departamento de compras de oficina central, quienes se encarguen de los pedidos de materiales y que estos se encuentren en obra con la debida anticipación y no genere tiempos muertos que retrasen la construcción y por tanto aumenten los costos.

En general, el ingeniero residente debe tomar acciones correctivas para evitar que se pierda dinero a través de los costos, esto se hace teniendo un buen control y una buena administración en este puesto.

Cuando una obra es subcontratada, el control de costos es más fácil porque el ingeniero residente sólo debe verificar que el subcontratista no sobrepase lo presentado en su oferta.

#### 4.1.4.11 Estimaciones de obra.

El ingeniero residente debe medir el trabajo efectuado en la partida de acuerdo con la programación acordada, y así tener control de los volúmenes de obra con las cantidades detalladas y presupuestar la estimación de esa partida. Aquí se debe tomar en cuenta todas las observaciones que haga la supervisión.

Cada una de las cantidades autorizadas por la supervisión en la estimación, deben venir respaldadas por una cubicación, que debe estar reflejada en hojas de cálculo.

#### 4.2 Desarrollo del caso aplicado para edificio de ocho niveles.

##### 4.2.1 Descripción del proyecto en construcción de edificio de ocho niveles<sup>36</sup>

Constructora: "x"

Proyecto: "y"

Duración: 20 meses.

Ubicado en el departamento de San Salvador. Área de construcción 3012.71 m<sup>2</sup> y con un perímetro de 238.02 m.

El proyecto consta de la construcción de un edificio vertical de ocho niveles más dos sótano, formado con un sistema de marco de concreto reforzado y con entresijos de losas aligeradas VT1-20 para todos los niveles. La inversión pública es por 27 millones de dólares.

Del proyecto solamente se hará referencia de tres niveles, el segundo, quinto y octavo nivel, ya que los procesos constructivos, técnica y administrativamente se repiten.

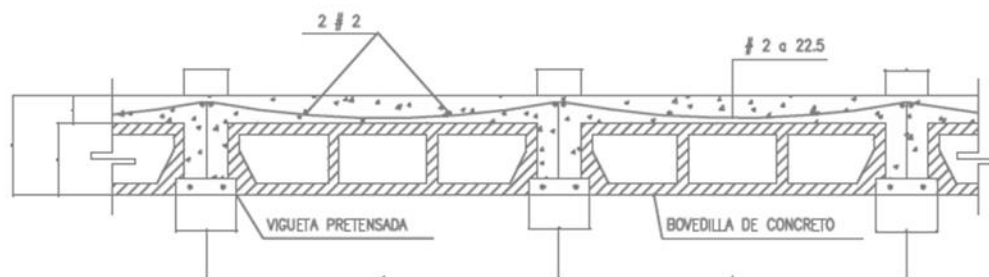
---

<sup>36</sup> Por cuestiones de confidencialidad no se puede presentar el nombre del proyecto ni de la empresa constructora.

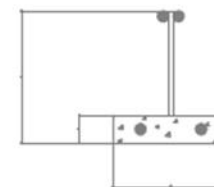
Cada entrepiso de losa aligerada se analizará en tres fases, apegado a lo más real respecto a cómo se hizo en campo, por los ingenieros residentes encargados del edificio.

4.2.2 La documentación necesaria se presenta a continuación:

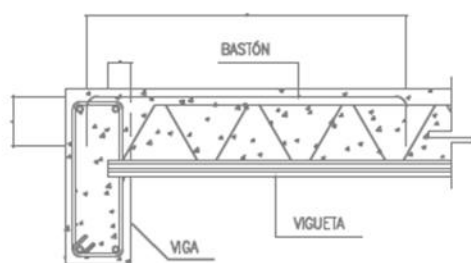
- a) Planos de losa de entrepiso, modulada para los niveles a analizar y sus detalles. Ver figura de la 4.10 a la 4.13.



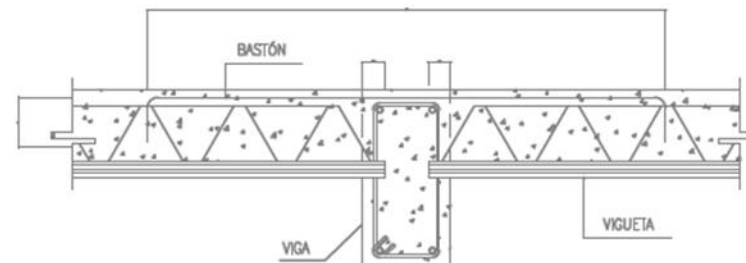
SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOSA ALIGERADA  
CON MOLDES SIN ESCALA



DETALLE DE VIGUETA  
SIN ESCALA



DETALLE DE APOYO DE VIGUETA  
VIGA EXTERIOR SIN ESCALA



DETALLE DE APOYO DE VIGUETA  
VIGA INTERMEDIA SIN ESCALA

TABLA DE VALORES DE LOSA UNIDIRECCIONAL ALIGERADA														
TIPO DE VIGUETA	a	b	c	d	e	h	f	h'	Bloque	X1	Y1	X2	Y2	Boston
LS-20	14.0	4.0	18.0	70.0	10.0	15.0	5.0	20.0	15.0 x 20.0 x 60.0	85.0	15.0	150.0	15.0	2 # 4
L-1 (LS-25)	14.0	4.0	23.0	70.0	10.0	20.0	5.0	25.0	20.0 x 20.0 x 60.0	85.0	15.0	150.0	15.0	2 # 4

Figura 4.10 Detalle de losa aligerada – vigueta, bovedilla y amarre.

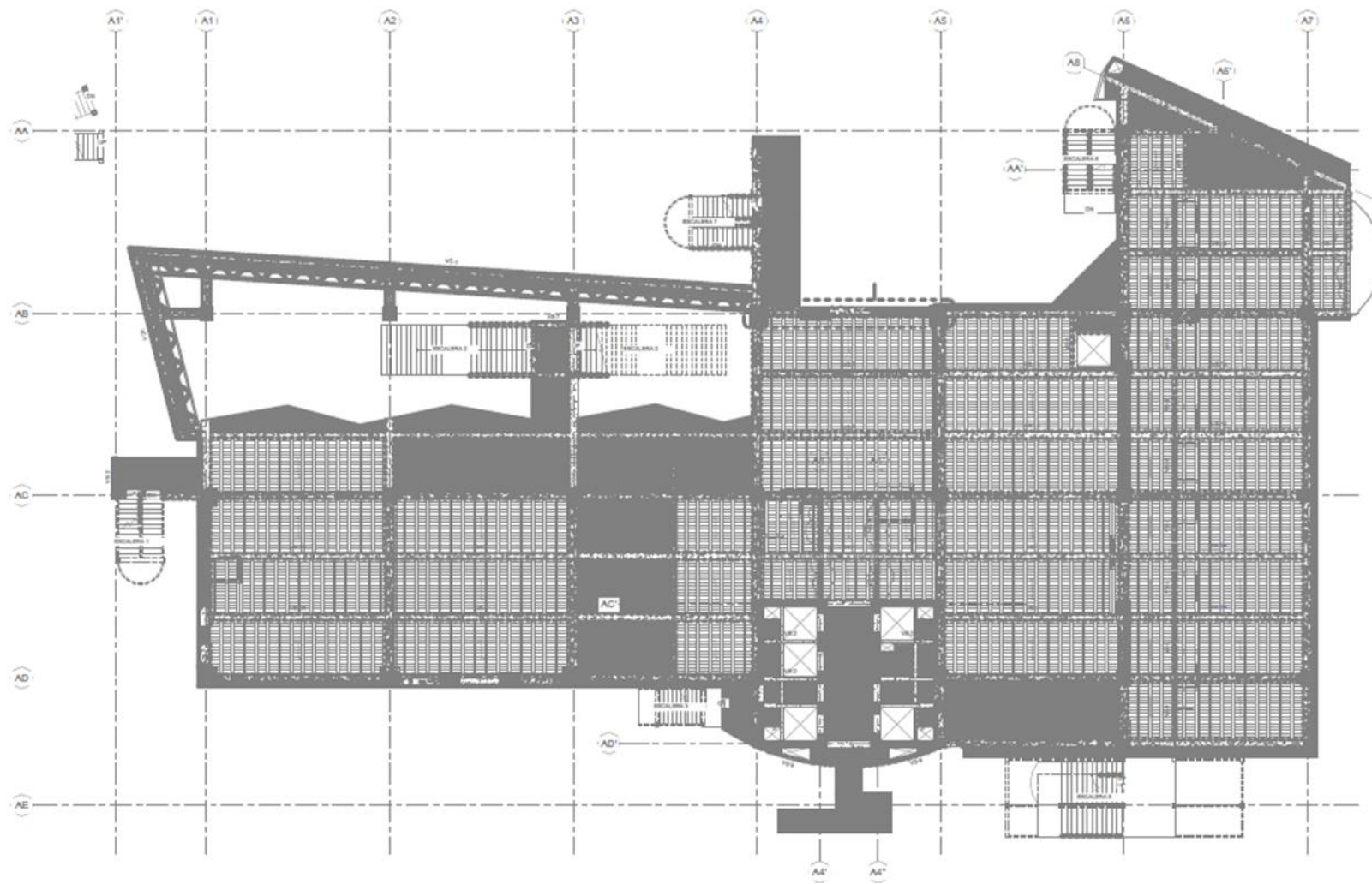


Figura 4.11 Detalle de losa aligerada de nivel dos.



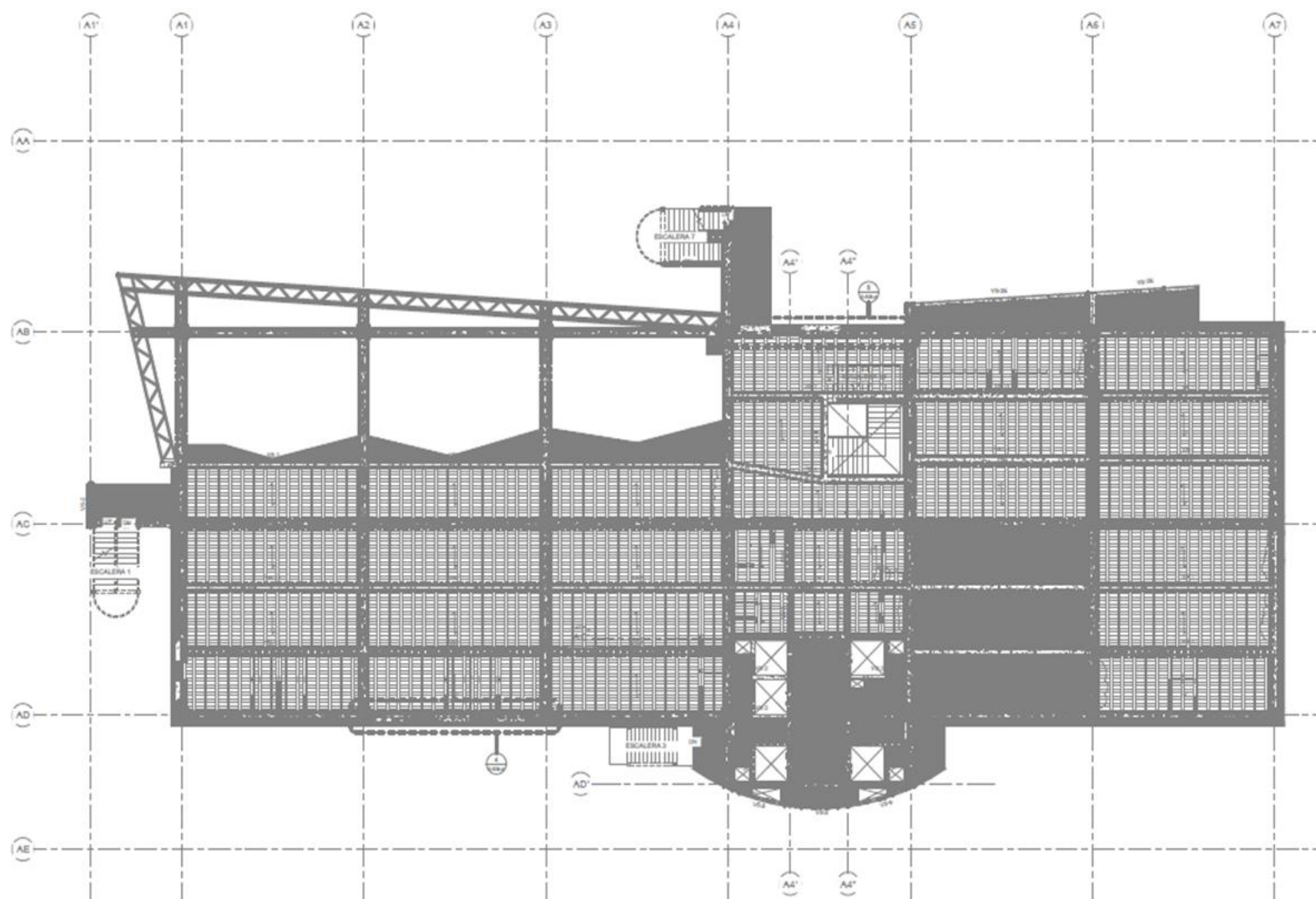


Figura 4.12 Detalle de losa aligerada de nivel cinco.

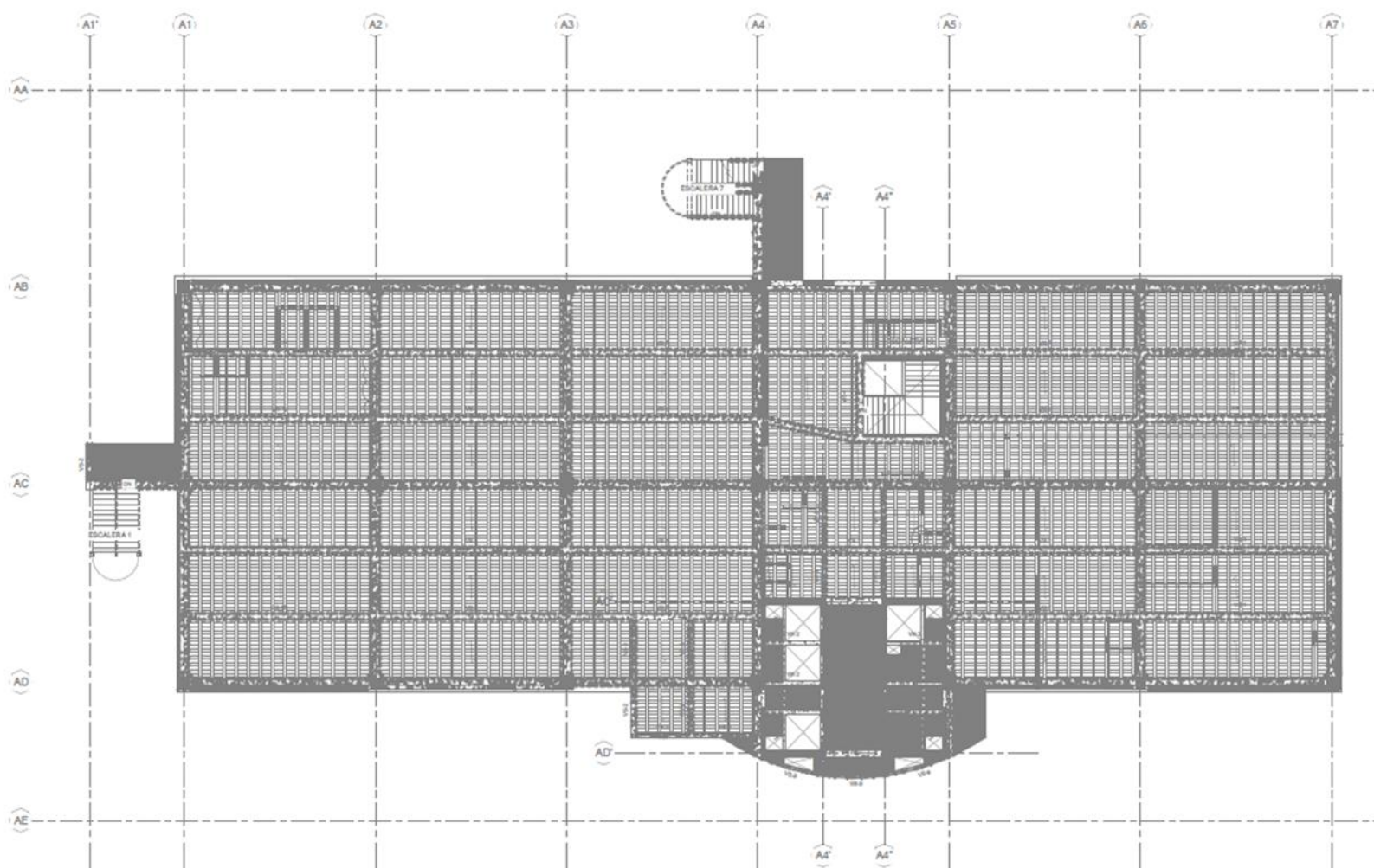


Figura 4.13 Detalle de losa aligerada de nivel ocho.

b) Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas para el sistema de loza aligerada son las siguientes:

✓ Notas generales

El constructor es responsable por la verificación y certificación de todas las dimensiones y mediciones contenidas en estos planos.

Cuando se encuentren discrepancias entre la información contenida en estos planos y la del resto de planos que conforman el proyecto deberá ser comunicada al diseñador (o al supervisor) con el fin de establecer las medidas correctivas.

El constructor es responsable de la correcta construcción de los elementos estructurales presentados en estos planos.

✓ Notas técnicas

- Concreto

El concreto a utilizar será de peso volumétrico normal, con una resistencia última a la compresión a los 28 días ( $f'c$ ) de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Los materiales a utilizar en la elaboración de concreto llenarán las siguientes especificaciones:

- 1- El cemento a utilizar será portland tipo I, que cumpla la norma ASTM C1157.
- 2- Los agregados deberán cumplir la norma ASTM C33, y su tamaño máximo no deberá de exceder de 0.75 veces la

separación mínima entre barras de refuerzo del elemento a colar.

- 3- El agua deberá ser limpia, libre de residuos de aceite, ácidos, álcalis, sales materia orgánica u otra sustancia que puedan ser dañinas para el mortero o cualquier metal embebido en el concreto. La relación agua-cemento, para la mezcla de concreto a utilizar en elementos estructurales primarios como cimentaciones, vigas, columnas y losas no deberá de exceder del 0.50.
- 4- Cualquier tipo de aditivo a utilizar en la mezcla deberá de ser aprobado previamente por el supervisor.

La tolerancia en cuanto a las dimensiones generales de la sección de un elemento de concreto será de +/- 10 mm. Y la tolerancia en cuanto a los recubrimientos será de 6.0 mm.

Podrá utilizarse las tolerancias del código ACI-117 para la construcción de todos los elementos estructurales siempre y cuando no afecten la arquitectura.

- Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo será grado 60 ( $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>) y deberá cumplir con la norma ASTM A-615, excepto la varilla lisa no.2 que tendrá un esfuerzo de fluencia mínimo de 2320 kg/cm<sup>2</sup>.

Las longitudes de traslapes y ganchos estándar serán de acuerdo al ACI-318-08 pero no menor a los presentados en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Traslapes mínimos (no traslapar más del 50% en una misma sección).

TABLA 1		
CALIBRE	DIAMETRO	ANCLAJES O TRASLAPES
No. 2	Ø ¼ "	30 cm
No. 3	Ø 3/8 "	40 cm
No. 4	Ø ½ "	60 cm
No. 5	Ø 5/8 "	70 cm
No. 6	Ø ¾ "	80 cm
No. 8	Ø 1"	120 cm
No. 10	Ø 1 ¼ "	170 cm

- Recubrimiento del acero de refuerzo.

Todos los dobleces en las varillas de refuerzo deberán efectuarse en frío. Los diámetros internos de doblez a ser utilizados se harán acuerdo con detalle siguiente:

- 1- Ganchos estándar a 90 y 180 grados = seis veces el diámetro de la varilla a doblar.
- 2- Gancho a 135 y 180 grados en estribos = cuatro veces el diámetro de la varilla a doblar.

La separación mínima entre varillas paralelas de refuerzo, cuando esta no sea especificada como un paquete, será 25 mm.

Las varillas longitudinales que deben de ser dobladas por requisitos de traslape o paso a través de nudos, deberán doblarse con una pendiente máxima de 1:6 respecto del eje de la varilla.

La distancia entre secciones de traslape nunca será inferior a la longitud de desarrollo ( $l_d$ , en cuadro de varillas) de la mayor de las varillas traslapándose.

El constructor presentará planos de taller con su memoria de cálculo de los encofrados a utilizar y de acuerdo al código ACI 347. Los tiempos de desencofrado estarán de acuerdo con el ACI 347 artículo 3.7.

## c) Revisión de presupuesto.

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL	TOTAL F+R
<b>LOZA VT1-20 ; NIVEL 2</b>					<b>\$ 29,920.87</b>	<b>\$ 34,934.51</b>
MANO DE OBRA (COLOCACION)	5	DIAS	\$ 233.80	\$ 1,169.00		
CUADRILLA DE 10 PERSONAS (1 MAESTRO, 1 CAPORAL Y 18 AUXILIARES)						
CARPINTERIA (4 CARPINTERO), ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COSTILLA	242	ML	\$ 1.45	\$ 350.90		
VIBRADOR ELECTRICO (8 VIBRADORES)	24	UNIDAD	\$ 22.00	\$ 528.00		<b>OFERTA</b>
BOMBA DE CONCRETO	66	m3	\$ 14.00	\$ 924.00		
LLANAS	20	UNIDAD	\$ 10.00	\$ 200.00		
						<b>CANTIDAD</b>
vigueta vt1-20, (bovedilla)	955.9	m2	\$ 16.00	\$ 15,293.78		955.9
electromalla (AREA UTIL= 12.76 MT2); considerando area de traslape	79	UNIDAD	\$ 26.91	\$ 2,125.89		
puntales (cantidad para luz maxima; 3 puntales 1 para VT1-20)	417	UNIDAD	\$ 1.25	\$ 520.82		<b>UNIDAD</b>
						<b>M2</b>
baston # 3 de 0.95 mts (inclue corte, dobles y colocacion)	10	qq	\$ 11.87	\$ 116.15		<b>P. UNITARIO</b>
cuarton para puntal	358	vara	\$ 1.15	\$ 412.19		<b>\$ 36.55</b>
concreto (0.066m3/m2 de loza) para VT1 -20 (precio holcim)	66	m3	\$ 125.00	\$ 8,280.15		<b>REND/DIARIO</b>
						<b>200</b>
						<b>TMPO. ESTIM./DIAS</b>
						<b>4.78</b>

Figura 4.14 Presupuesto de losa aligerada de nivel dos.

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL	TOTAL F+R
<b>LOZA VT1-20 ; NIVEL 5</b>					<b>\$ 27,159.59</b>	<b>\$ 31,745.23</b>
MANO DE OBRA (COLOCACION)	5	DIAS	\$ 233.80	\$ 1,169.00		
CUADRILLA DE 10 PERSONAS (1 MAESTRO, 1 CAPORAL Y 18 AUXILIARES)						
CARPINTERIA (4 CARPINTERO), ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COSTILLA	240	ML	\$ 1.45	\$ 348.00		
VIBRADOR ELECTRICO (8 VIBRADORES)	24	UNIDAD	\$ 22.00	\$ 528.00		<b>OFERTA</b>
BOMBA DE CONCRETO (2 BOMBAS)	59.7	m3	\$ 14.00	\$ 836.21		
LLANAS	15	UNIDAD	\$ 10.00	\$ 150.00		
						<b>CANTIDAD</b>
vigueta vt1-20, (bovedilla)	861.9	m2	\$ 16.00	\$ 13,790.24		861.9
electromalla (AREA UTIL= 12.76 MT2); considerando area de traslape	71	UNIDAD	\$ 26.91	\$ 1,908.55		
puntales (cantidad para luz maxima; 3 puntales 1 para VT1-20)	383	UNIDAD	\$ 1.25	\$ 478.45		<b>UNIDAD</b>
						<b>M2</b>
baston # 3 de 0.95 mts (inclue corte, dobles y colocacion)	9	qq	\$ 11.87	\$ 106.37		
						<b>P. UNITARIO</b>
cuarton para puntal	329.3	vara	\$ 1.15	\$ 378.65		\$ 36.83
concreto (0.066m3/m2 de loza) para VT1 -20 (precio holcim)	59.7	m3	\$ 125.00	\$ 7,466.12		<b>REND/DIARIO</b>
						<b>200</b>
						<b>TMPO. ESTIM./DIAS</b>
						<b>4.31</b>

Figura 4.15 Presupuesto de losa aligerada de nivel cinco.



PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL	TOTAL F+R
<b>LOZA VT1-20 ; NIVEL 8</b>					\$ 36,540.15	\$ 42,579.77
MANO DE OBRA (COLOCACION)	6	DIAS	\$ 233.80	\$ 1,402.80		
CUADRILLA DE 10 PERSONAS (1 MAESTRO, 1 CAPORAL Y 18 AUXILIARES)						
CARPINTERIA (4 CARPINTERO), ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COSTILLA	233	ML	\$ 1.45	\$ 337.85		
VIBRADOR ELECTRICO (8 VIBRADORES)	24	UNIDAD	\$ 22.00	\$ 528.00		OFERTA
BOMBA DE CONCRETO (2 BOMBAS)	82.9	m3	\$ 14.00	\$ 1,161.15		
LLANAS	15	UNIDAD	\$ 10.00	\$ 150.00		
						CANTIDAD
vigueta vt1-20, (bovedilla)	1196.8	m2	\$ 16.00	\$ 19,149.03		1196.8
electromalla (AREA UTIL= 12.76 MT2); considerando area de traslape	79	UNIDAD	\$ 26.91	\$ 2,125.89		
puntales (cantidad para luz maxima; 3 puntales 1 para VT1-20)	525	UNIDAD	\$ 1.25	\$ 656.25		UNIDAD
						M2
baston # 3 de 0.95 mts (inclue corte, dobles y colocacion)	12	qq	\$ 11.87	\$ 142.44		
						P. UNITARIO
cuarton para puntal	451.6	vara	\$ 1.15	\$ 519.34		\$ 35.58
concreto (0.066m3/m2 de loza) para VT1 -20 (precio holcim)	82.9	m3	\$ 125.00	\$ 10,367.40		REND/DIARIO
						200
						TMPO. ESTIM./DIAS
						5.98

Figura 4.16 Presupuesto de losa aligerada de nivel ocho.

## d) programa de actividades

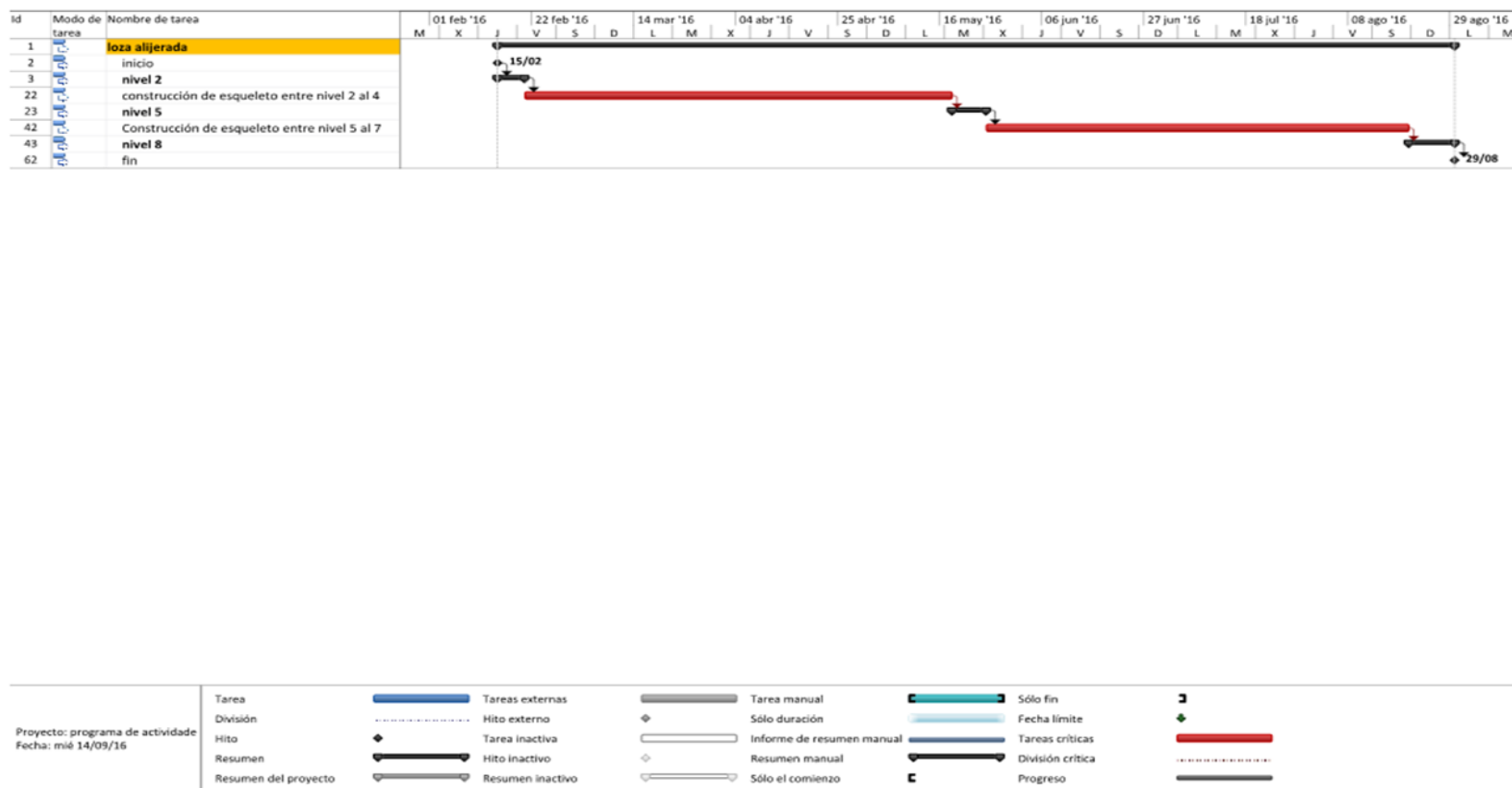


Figura 4.17 Programa general de actividades para sistema de losa aligerada para caso aplicado.

#### 4.2.3 Actividades del ingeniero Residente en la partida de losas aligeradas.

Antes de comenzar una actividad es necesario realizar una planificación de todas las actividades técnicas y administrativas de acuerdo al programa general de obra.

En el programa para este proyecto (ver figura 4.17), las actividades de entrepiso de losa aligerada dio inicio el lunes 15/02/16.

Es necesario anticipar minuciosamente actividades para la ejecución de la partida como es:

- a- Evalúan, en primer lugar, las especificaciones técnicas que pide el proyecto, por ejemplo, resistencia especificada para las viguetas.
- b- Gestionar por medio de oficina central – departamento de costos en campo, la invitación a las empresas proveedoras de materiales de sistemas de entrepiso de losa aligerada. Se les entrega el detalle de los planos y especificaciones propias, para que estas presenten sus cotizaciones a la empresa constructora, con un periodo de por lo menos mes y medio de anticipación (45 días) a la construcción de la losa aligerada. Si es necesario se hace una renegociación con los proveedores.
- c- Se realiza la recepción y análisis de cotizaciones a los proveedores de sistema de losas aligeradas para entrepisos, para adjudicar, tomando en

cuenta los tiempos de ejecución y costo que este presenta. Ver ejemplos reales de cotizaciones mostrados en las siguientes figuras de la 4.18 a la 4.21.



Fabricando entrepisos desde 1972

Antiguo Cuscatlán, Fecha (día/mes/año)

ING. x  
Presente

Estimados Señores:

Tenemos el gusto de cotizarle nuestro sistema de entrepiso **Sistema Copresa**, para su proyecto.

**MATERIALES E INSTALACION  
RESIDENCIA**

COPRESA ** INCLUYE VIGUETA PRETENSADA Y BOVEDILLA				
DESCRIPCION	CANTIDAD		\$ con IVA	SUBTOTAL
SISTEMA VT1-20	108.20	m <sup>2</sup>	\$ 15.09	\$ 1,632.36
INSTALACION	108.20	m <sup>2</sup>	\$ 6.00	\$ 649.20
MALLA 9/9 INSTALADA	108.20	m <sup>2</sup>	\$ 3.00	\$ 324.60
<b>TOTAL US DOLARES</b>				<b>\$ 2,606.16</b>

- **EL SISTEMA VT1-20** incluye vigueta de 23 cm. de altura y bovedilla de 15X20X60cm. para un peralte final de losa de 25 cm.  
Luz libre 5.80 metros, capacidad de carga de 438 Kg / M<sup>2</sup>  
Altura del concreto de 5 cm mínimo

- **CONSIDERACIONES :**

Los precios incluyen IVA, descuento especial y están sujetos a modificación por aumentos en el precio del hierro y del cemento

El área puede variar por la medición de la obra.

---

Más de 41 años de experiencia, pionera y líder en la fabricación de entrepisos de concreto preesforzado

Figura 4.18 Cotización 1/3 de losa aligerada tipo COPRESA.

## Fabricando entrepisos desde 1972

---

### **ALCANCES Y REQUISITOS DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN :**

***La instalación incluye transporte, montaje de materiales, puntales y bastones de amarre ( 2 en cada extremo de vigueta Ho 38")***

*La instalación incluye transporte y montaje de materiales, puntales y durmientes de madera.*

*El material de apuntalamiento permanecerá en la obra en calidad de préstamo durante 10 días calendario contados a partir de colocación de vigueta y bovedilla. El día adicional se facturará a \$1.25 cada puntal.*

*Todo material sobrante pertenece a COPRESA.*

*Las viguetas tendrán 5 cm. de empotramiento (de la medida libre de rostro a rostro de viga) a cada extremo y eventualmente se requiere abrir coronas de vigas.*

*La producción del material requiere 3 a 4 días hábiles contables a partir de haber recibido el anticipo y depende de haber realizado la medición de la construcción.*

*El mínimo para una instalación es 50 m<sup>2</sup> áreas menores se cobrarán como 50 m<sup>2</sup>.*

*El área obtenida de la medición de la obra sirve para la producción del material, puede generar cambio en el área cotizada y determinará el dato definitivo de facturación y recepción de obra. Una vez facturada un área, no se podrá reducir ni habrá medición de lo ya instalado.*

*Altura máxima del terreno a nivel de losa: 4.00 m. Alturas mayores implican aumento en el costo de la oferta. Deberá entregarse las vigas completamente armadas, moldeadas al 100% y de acuerdo con el sistema que se ha contratado.*

*El taponeado de las bovedillas recortadas por la modulación, es por cuenta del cliente.*

*La instalación no incluye el desalojo de ripio de las bovedillas.*

*El terreno deberá estar compactado, nivelado y libre de obstáculos. COPRESA no realizará instalaciones en terrenos inestables, ni se responsabiliza en caso de falla en el apuntalamiento por asentamientos posteriores al término de la instalación.*

*Deberá contemplarse un área de acopio con fácil acceso al lugar de la instalación y con energía eléctrica, a una distancia máxima de 8 m.*

---

Más de 41 años de experiencia, pionera y líder en la fabricación de entrepisos de concreto preesforzado

Figura 4.19 Cotización 2/3 de losa aligerada tipo COPRESA.

## Fabricando entrepisos desde 1972

---

*El sistema utiliza rigidizantes transversales en los tableros con luz mayor a 4.00 m. Se colocará una fila de diafragmas al centro del tablero, que el constructor deberá reforzar con un alacrán (2 varillas de 3/8" y grapas de 1/4" @ 15 cm) Los alacranes para los diafragmas, deberán estar listos para amarse en la fecha de instalación.*

*La electromalla cotizada es 6"6" ASW 9/9 equivalente a refuerzo de varilla N° 2, grado 60 @ 15 cm. y tiene la función de refuerzo por temperatura para el área de vigueta y bovedilla únicamente*

*El servicio de instalación necesita ser programado con anticipación y de acuerdo a los rendimientos de nuestros equipos de trabajo.*

*El cliente transmitirá la información y requisitos de esta oferta al responsable de la construcción.*

***De no necesitar el servicio de instalación, el material deberá ser cancelado antes de retirarlo con las órdenes originales; la vigueta, en Copresa, Plan de La Laguna y la bovedilla en Prefasa Km. 29 ½ carretera a Sonsonate. Favor de contratar transporte con cargadores.***

***FORMA DE PAGO: 50% de anticipo para enviar a producción y el saldo restante al retirar las ordenes originales en Copresa.***

***ESTE DOCUMENTO AL SER AUTORIZADO, SE CONVIERTE EN CONTRATO PARA AMBAS PARTES; IGUALMENTE SI ES FACTURADA LA PRESENTE Y SE CONSIDERA CONOCIDAS Y ACEPTADAS LAS CONDICIONES DE LA MISMA.***

*Esperando tener el gusto de trabajar con ustedes, me suscribo*

*Atentamente,*

**MARCOS RIVAS**  
 Consultor de Proyectos  
 Celular 7860-2992  
 Directo 2231-0025  
[marcosrivascopresa@gmail.com](mailto:marcosrivascopresa@gmail.com)

\_\_\_\_\_  
**Nombre, firma de aceptado**

---

**Más de 41 años de experiencia, pionera y líder en la fabricación de entrepisos de concreto preesforzado**

Figura 4.20 Cotización 3/3 de losa aligerada tipo COPRESA.



COTIZACIÓN No  
 EMPRESA:  
 DIRECCIÓN:  
 PROYECTO:  
 DIRECCIÓN PROYECTO.  
 TELÉFONO  
 CORREO ELECTRÓNICO  
 FECHA:



Losa de Entrepiso VET-20 con Bovedillas de 15X20X60 cms

Suministro de Materiales de Losa	Cantidad.	unidad	Precio	Total Real
Suministro de vig 1/4+bovedillas de 15cms	103.00	m <sup>3</sup>	\$ 16.00	\$ 1,648.00
Suministro de electromallas 9/9	10.00	pliego	\$ 26.00	\$ 260.00
Transporte de materiales	2.00	Viaje	\$ 90.00	\$ 180.00
			<b>Total CIVA</b>	<b>\$ 2,088.00</b>

### Los Precios incluyen IVA y descuento especial

#### Nota Importante:

- 1 Si Los precios del Cemento y del Hierro sufren modificaciones dentro del mercado, el costo unitario de la cotización se verá incrementado.

#### La Cotización Detalla :

- 1 Los VET-20 Suministro de Viguetas, Bovedillas 15x20x60cms y transporte hasta donde tenga acceso el camión.
- 2 Las viguetas pretensadas tendrá en sus extremos de 2 a 5 cms de empotramiento según lo indica nuestro catálogo, si por cambios de medidas en los anchos de las viguetas ocasionados por el constructor, ECONSA cobrará \$ 1.50 por cada corte efectuado a las viguetas

#### Tiempo de entrega y forma de pago:

- 1 Tiempo de entrega de materiales: 5 días hábiles después de recibido el anticipo.
- 2 Forma de pago: anticipo por 70% por el monto de la cotización y cancelación del 30 % contra la entrega de los materiales
- 3 Validez de la oferta: 15 días.

#### Otras consideraciones sobre la instalación:

LA PRESENTE COTIZACIÓN AL SER FIRMADA SE CONVIERTE EN UN CONTRATO SIEMPRE Y CUANDO SE RESPETEN TODOS LOS ITEM ANTES DESCRITOS.

Firma Aceptado.

Licda. Claudia López  
 Consultor de Proyectos  
 2260-8427

MARCAR CON UNA X COMO DESEA QUE SE EMITA SU FACTURA:	
Consumidor Final	<input type="checkbox"/>
Crédito Fiscal	<input type="checkbox"/>
A NOMBRE DE:	<input type="checkbox"/>
DUI	<input type="checkbox"/>
Giro	<input type="checkbox"/>
Nit	<input type="checkbox"/>
Dirección	<input type="checkbox"/>
Firma de la persona que autoriza:	
Nota: Los Cheque serán emitidos a nombre de:	
Estructuras de Concreto S.A. de C.V ó ECONSA de C.V	

Figura 4.21 Cotización de losa aligerada tipo ECONSA.



El ingeniero residente se apoya con el departamento de dibujo, porque en el proceso de construcción de losa aligerada, lo primero que se necesita son los planos de taller. Estos planos se distribuyen a las diferentes especialidades eléctricas, hidráulicas, aire acondicionado, instalaciones especiales, etc., para que ellos identifiquen la ubicación donde van a colocar los pasatubos o cualquier conexión que ellos tengan que hacer dentro de la losa. Esta información regresa nuevamente al departamento de dibujo, que es el encargado de integrar todas estas especialidades. Se realizan las correcciones en el plano y se le envía esta información al departamento de compras para que este mande los planos a la empresa encargada de la fabricación de las viguetas y bovedillas, y esta realice su propia distribución de vigueta según planos de entrepiso. Este proveedor reenvía su distribución nuevamente a campo, para que el departamento de dibujo lo revisen nuevamente; para verificar si estas acorde a como se les envió y evitar errores de diseño y de fabricación por parte de los proveedores.

Coordinar las especialidades es lo más complicado. Lo complicado es que no hay mucho rango para instalación de pasatubos a diferencia de losa densa. Si un pasatubo, que por diseño no se puede mover, coincidió con una vigueta, hay que modificar todo el tablero o cuando hay un hueco muy grande hay que hacer un reforzamiento especial para lograr apoyar las viguetas, etc.

- d- Una vez se ha revisado y aprobado dimensiones exactas de huecos de losa e instalaciones, se les da la orden de fabricación de materiales de entrepisos. Seguimiento y control para pago al proveedor adjudicado para comenzar la fabricación de materiales según los planos constructivos ajustados, aprobados y autorizados.

En este proyecto las decisiones de adjudicación se hacen desde oficina, aunque la experiencia en campo del ingeniero residente hace que este pueda dar recomendaciones, principalmente técnicas del entrepiso de lo cual es propiamente responsable, con respecto al subcontrato. Preferiblemente se hará en acuerdo con la supervisión.

- e- La recepción y bodegaje de los materiales para losa aligera es delegada al bodeguero por parte del ingeniero residente, el cual debe verificar la cantidad y dimensiones requeridas en los planos constructivos. Con respecto al suministro de materiales por parte de proveedores, se deben programar en entregas por etapas para no saturar el espacio en bodega, principalmente cuando no es inmediata la colocación de todo el entrepiso.

Se necesita un área grande donde no se vayan a dañar y ni a ensuciar. En invierno se acopian y se tapan con plástico negro para que no se oxide el acero de las viguetas.

4.2.3.1 Actividades para el desarrollo del sistema de losa aligerada VT1-20–niveles.

El proceso constructivo se ejecutó en tres fases para facilitar en el desarrollo de las actividades.

Fecha de inicio: 15/Febrero/2016

Fecha de Finalización: 22/Febrero/2016. Ver figura 4.22.

<b>Febrero</b>						
<b><u>Lu</u></b>	<b><u>Ma</u></b>	<b><u>Mi</u></b>	<b><u>Ju</u></b>	<b><u>Vi</u></b>	<b><u>Sa</u></b>	<b><u>Do</u></b>
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29						

Figura 4.22 Periodo de construcción de losa aligerada de acuerdo al calendario.

Se anota en bitácora<sup>37</sup> el inicio de esta partida y todo lo importante que suceda en el trayecto de la construcción de losa aligerada, y con visto bueno de la supervisión y se da la orden de comienzo a la construcción de esta partida.

Se presenta el programa de actividades para este nivel en las figuras 4.23 a la 4.25.

<sup>37</sup> Ver en anexo, ejemplo de llenado de bitácora en campo.

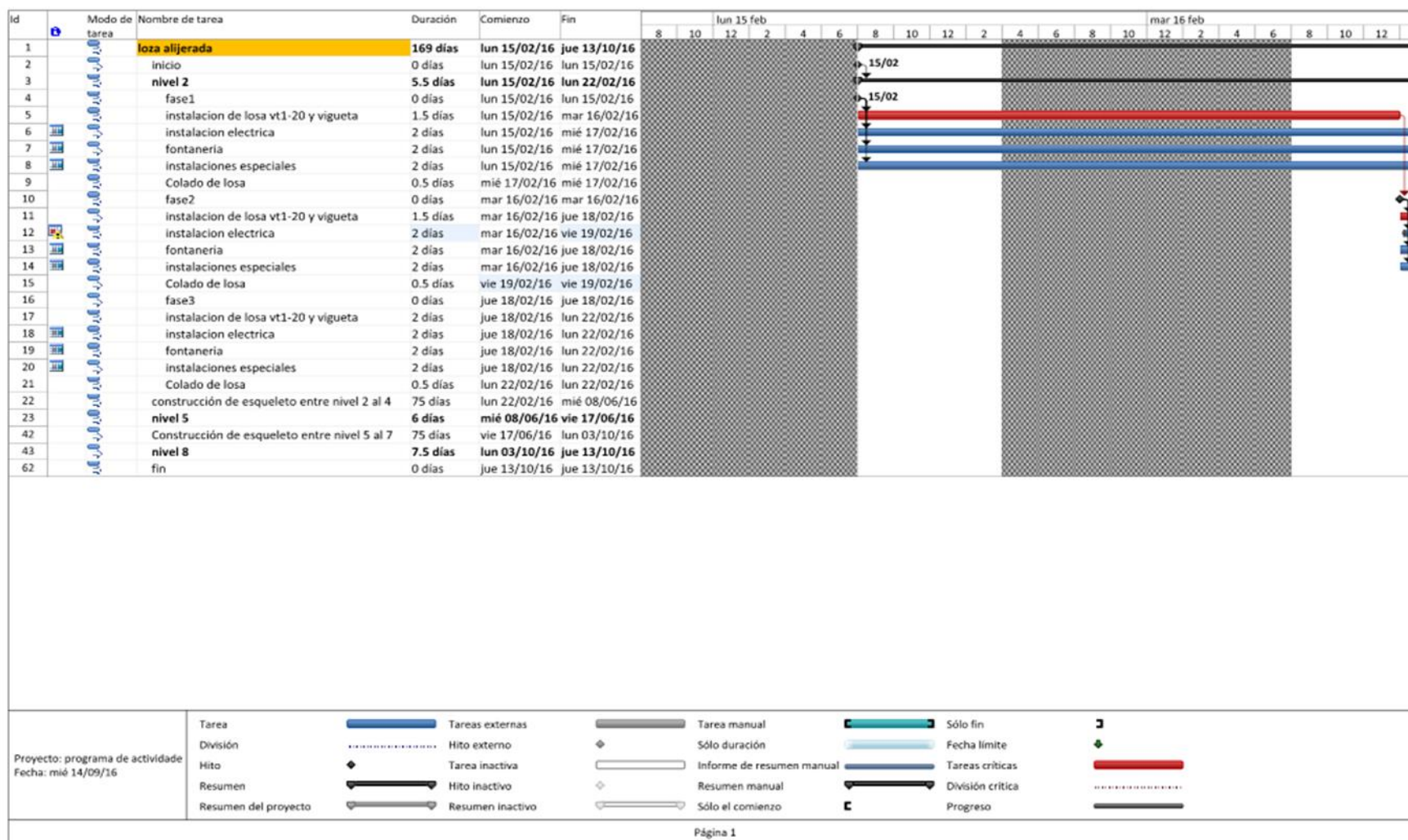


Figura 4.23 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 1/3.

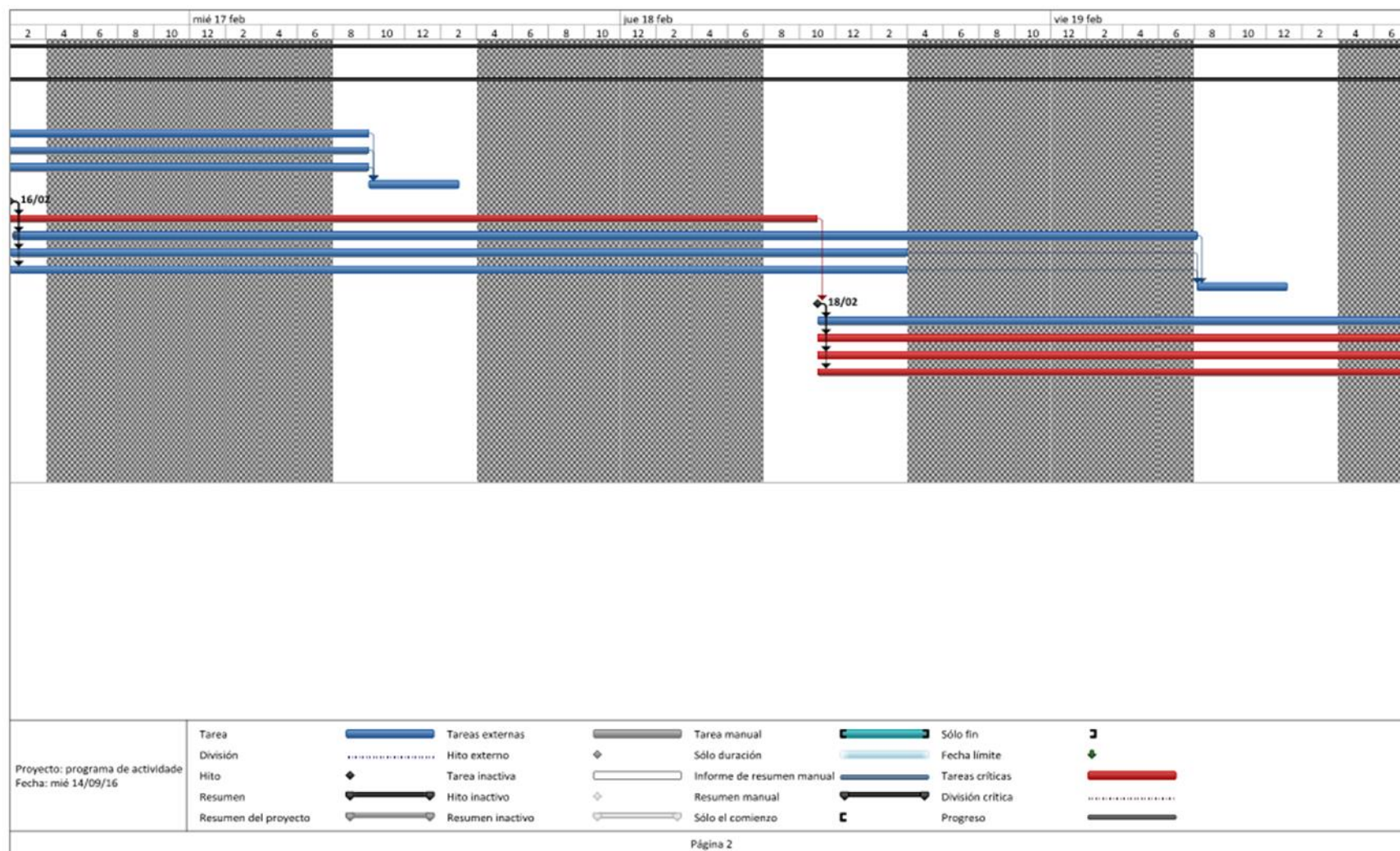


Figura 4.24 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 2/3.



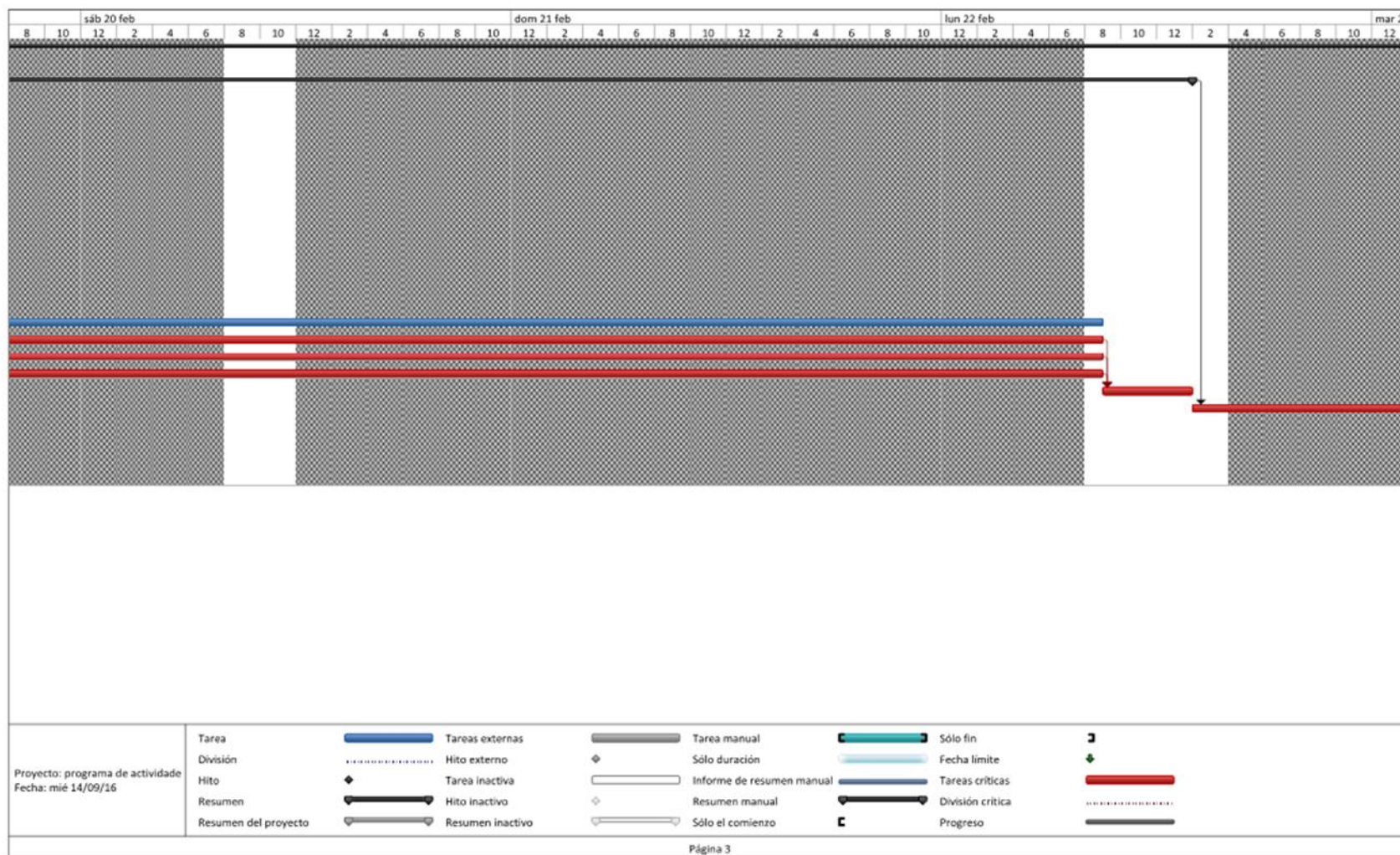


Figura 4.25 Programa de actividades para losa aligerada nivel dos – 3/3.

El día anterior a esta fecha, se realiza una reunión con el personal obrero, los subcontratistas y los profesionales involucrados en este proyecto, donde se tratan puntos importantes como calidad de obra, tiempos de ejecución, seguridad ocupacional y cantidad de personal a utilizar en la partida. Las reuniones con los trabajadores son variables y se tardan unos 15 a 20 minutos. Sólo se realizan cuando son necesarias y a veces se hace de manera informal en campo y no necesariamente con todos los obreros.

Se debe tener en cuenta la seguridad ocupacional para el personal de obra, ya que en la construcción, se recomienda el uso de equipo de protección personal (EPP), y para una altura mayor de dos metros, y más, utilizar arnés y lazo debidos, el ingeniero encargado de la seguridad ocupacional desarrolla un plan de seguridad en todo el proyecto, el cual debe estar revisado y aprobado por la supervisión.

Se realiza una reunión con la supervisión, donde se tratan puntos de fase preparatoria de la partida de losa aligerada, y se discuten las bases del proyecto; es decir, las especificaciones de la partida, el personal que se va a necesitar, se discute las aprobaciones de materiales y se indica el procedimiento constructivo. El supervisor hace las observaciones necesarias. Después de la preparatoria continua el seguimiento, se verifica la calidad de la obra, si el material que llega es el aprobado, que tengan las dimensiones correctas, se instala adecuadamente, que no tenga una excesiva contraflecha, etc.

Todas las reuniones se anotan en bitácora con el visto bueno de la supervisión.

El maestro de obra, previa autorización del ingeniero residente, designa a un caporal para que este realice el control de salida de materiales con el uso de vales de bodega (ver tabla 4.2), especificando el material, su código, la cantidad y su uso. Estos vales se autorizan por medio de la firma de salida del bodeguero y del caporal. El ingeniero residente, controla el buen uso de los materiales por medio de un sistema de control llamado kardex (ver figura 4.26 y 4.27).

Tabla 4.2 Formato de Vale de bodega utilizado usualmente.

Proyecto:	X								
Fecha:									
Material	X	Cant	Unid	Material	X	Cant	Unid	Cod Partida	Zona
Vigueta				Hierro 3/4"					
Bovedilla				Hierro 1"					
Cemento G				Tabla pino					
Malla				Cuarton Pino					
Hierro 5/8"				Regla pacha					

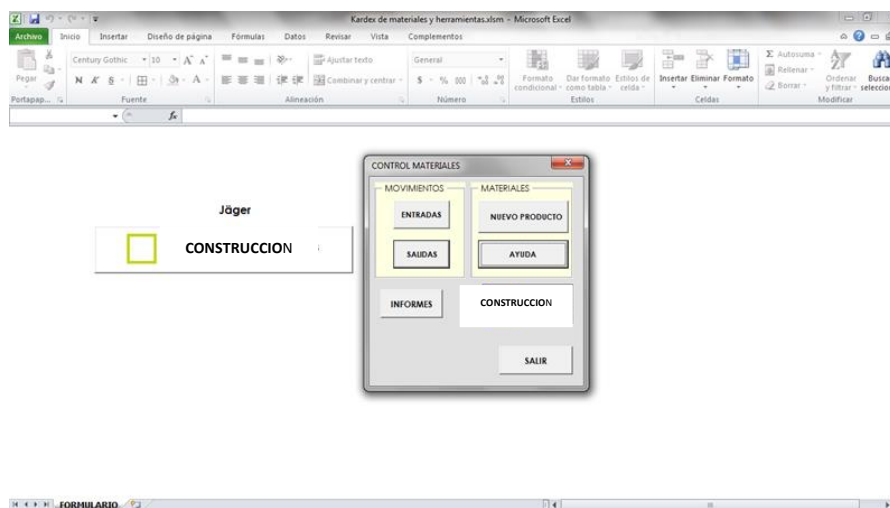


Figura 4.26 Hoja Kardex control de materiales.



Kardex de materiales y herramientas.xlsm - Microsoft Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

Century Gothic 8 A A Ajustar texto General \$ % 000 00 00 Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Modificar

B869 Nivel de caja 48' Stanley

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	CODIGO	MATERIAL	SALDO	FREUND	VIDUC	CASTELLA SAGARRA	MONOLIT	LOS ABETOS	LA FAVORITA	TRANSPORTE CALLEJAS	PAPELERA EL PITAL	
680	000000679	Guante G-40 de Latex	7.00			\$2.61						
689	000000688	Gasolina Regular	5.00									
706	000000705	Guantes de Cuero Manga Corta	15.00			\$2.52						
740	000000739	HO Corugado 8/N 1/2 G-40	560.00									
747	000000746	HO Corugado 8/N 1/2 G-60	106.00									
748	000000747	HO Corugado 8/N 3/8 G-60	85.00									
749	000000748	HO Corugado 8/N 5/8 G-60	72.00									
751	000000750	HO Liso 8/N 1/4 G-60 (6mm)	987.00									
849	000000848	Lamina Lisa #28 3x1 yda Galvanizada	1.00			\$8.83						
869	000000868	Nivel de caja 48' Stanley	1.00									
873	000000872	Lapiz Bicolor	4.00	\$0.25	\$0.18							
939	000000938	Mango P/Piocha	2.00									
943	000000942	Manguera P/Nivelar Transp. 1/2	1.00		15.36/yda							
944	000000943	Manguera plastica 1/2X100'	2.00			\$9.37						
952	000000951	Mascarilla desechable 3m	50.00									
1015	000001014	Pala Mango Corto Cuad.	16.00									
1018	000001017	Pala duplex	2.00		\$16.20							
1020	000001019	Pala Trapeador	2.00			\$2.16						
1044	000001043	Pegamento Pvc Lanco 1/4	1.00									
1053	000001052	Perforador Mediano de 2 Distancia	1.00									
1138	000001137	Piocha 4.1/2lbs.	16.00								\$3.80	
1159	000001158	Plastico Negro (ROLLO)	1.00			\$0.78/YDA						
1182	000001181	Plumon Fluorescente Amarillo	1.00								\$0.80	
1183	000001182	Plumon Fluorescente Celeste	1.00								\$0.80	
1277	000001276	Repuesto P/Borrador Staedtler	1.00								\$1.13	
1303	000001302	Tiro 1"	2.00			\$0.44						

FORMULARIO PRODUCTO ENTRADAS SALIDAS SALDO

Listo Modo Filtro Calculadora 100%

Figura 4.27 Inventario actualizado de materiales según Kardex.

El traslado de los materiales se realiza de forma manual, porque se está trabajando en el segundo nivel del edificio. Desde el tercer nivel del edificio, hacia arriba es más conveniente utilizar la grúa, por cuestiones operativas y de seguridad de los trabajadores, el avance en la obra es mayor y por tanto más económico.

Los materiales se ubican a no más de 20 metros del lugar de colocación y no más de un nivel en el caso de un edificio.

Según programa de obra, este día inician los trabajos de colocación de viguetas y bovedillas y paralelamente se comienza las instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias y obras especiales.

El ingeniero residente delega la responsabilidad constructiva al personal de obra para su ejecución; el maestro de obra, cuando ya se ha informado orienta a los obreros de los pasos a seguir para la instalación de viguetas y bovedillas:

- 1- Habiendo un plano de taller aprobado por todas las partes, lo primero que se hace es la colocación de la costilla (encofrado) para las vigas primarias. Cuando esta actividad ha terminado se le entrega a la supervisión. Se anota en bitácora, por ejemplo, de la siguiente forma, *se solicita recepción de encofrado de vigas de tal nivel entre tales ejes, a supervisión*. Estando todas las partes de acuerdo se procede a la instalación de vigueta y bovedilla.

De ser posible, hay que diseñar el molde que se va a utilizar y dárselo al carpintero en un plano de taller. Esta es la manera más óptima de utilizar la madera ya que si el desencofrado se hace con cuidado se le puede dar varios usos al molde en otros elementos de iguales dimensiones.

2- Traslado de niveles por medio de mangueras según indica los planos constructivos. Ver figura 4.28.



Figura 4.28 Traslado de niveles para colocación cuartones.

3- Colocar la cimbra a la altura indicada en el plano y coloca varias marcas de nivel. Ver figura 4.29.



Figura 4.29 Colocación de la cimbra.

4- Colocar las viguetas a la distancia indicada según modulación del plano.

Para dar la separación adecuada de las viguetas, se coloca una bovedilla en cada extremo y se juntan bien las viguetas que la sostienen. Ver figura 4.30.

Si por algún error de modulación existen viguetas muy grandes y no es posible colocarlas, hay necesidad de cortarlas. Aunque algunos supervisores no permiten cortarlas, estas si se pueden cortar pero hay que saberlo hacer. Estas vienen con una contraflecha que, para cuando se le ponga la carga (bovedilla y concreto), tiene que quedar horizontal. Entonces, si se necesita hacer corte se hace a ambos extremos para que la contraflecha quede siempre en el centro.



Figura 4.30 Alineamiento correcto de viguetas.

5- Colocación de cuartones que sirvan como viga o trabe de apoyo para la vigueta. Estos tendrán el nivel del fondo de la vigueta más baja, para cuando carguen las viguetas con las bovedillas y el concreto, estas lleguen al mismo nivel. Ver figura 4.31.



Figura 4.31 Colocación de cuarterones amarrados con alambre de amarre.

6- Se colocan los puntales, 3 por vigueta de acuerdo con el proveedor, y separados a no más de 1.50 m entre ellos, procurando que queden a plomo y bien ajustados. Ver figura 4.32.



Figura 4.32 Colocación, plomo y ajuste de puntales.

7- Colocación de bovedillas. Las bovedillas se colocan entre las viguetas una por una, procurando que no queden espacio entre ellas para evitar fugas de concreto.



Las bovedillas de los extremos deben apoyarse al menos un centímetro. En el caso de que el entre-eje del extremo sea menor que el ancho de la bovedilla, estas se cortan y se apoyan sobre el muro. Ver figura 4.33.



Figura 4.33 Colocación de bovedilla y finalización de tablero.

8- Conjuntamente con la colocación de las bovedillas se lleva a cabo la instalación de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, tal como están indicadas en los planos y en el programa de obra.

- Agua potable y drenajes.

Cuando se necesite pasar a través de la losa tuberías de agua potable y drenajes, estos no representan ningún problema en este tipo de losas, y basta dejar un pasatubo de mayor diámetro (1/4 de pulgada) antes del colado para colocar fácilmente la tubería definitiva. Ver figura 4.34.



Figura 4.34 Colocación de tuberías en losa de entrepiso.

- Instalaciones eléctricas.

Tampoco esto representa un problema, basta llegar por la viga de apoyo de las viguetas hasta la bovedilla que alojara la luz y correr el poliducto encima de la bovedilla o a través del hueco central (preferentemente) para dejar la caja donde posteriormente se fijara el receptáculo para la lámpara o foco. Ver figura 4.35.

Se debe verificar que se instalen todas las cajas y poliductos del sistema eléctrico, fijándolas mediante clavos para que no se muevan durante el colado del concreto.



Figura 4.35 Colocación de madera en el hueco donde se instalará una caja para lámpara. Instalación de caja.

#### 9- Colocación de bastones.

Se deben colocar los bastones de acuerdo con lo indicado en los detalles estructurales y especificaciones técnicas; o bien, usando las especificaciones de la empresa proveedora. Ver figura 4.36.



Figura 4.36 Colocación de bastones.

#### 10- Colocación de malla electrosoldada.

La malla electrosoldada se corta en el piso al tamaño necesario, y se coloca en su sitio. Con alambre recocido se amarra a cada 50 cm. a la varilla superior de la armadura. En el caso de que se tenga que traslapar, con un cuadro más 5 cm. es suficiente. Ver figura 4.37.

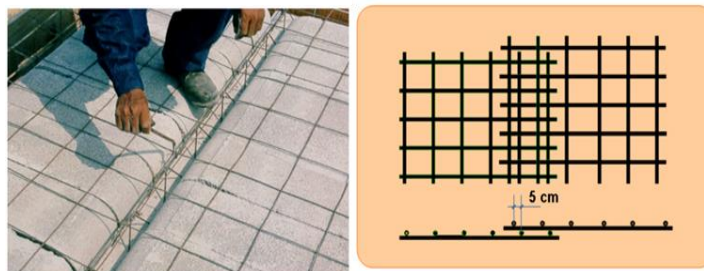


Figura 4.37 Detalle de colocación de electromalla y traslape.



También, se puede utilizar fibra de polipropileno en la dosificación de 1.0 Kg/ m<sup>3</sup> para sustituir la malla de refuerzo, lo cual tiene la ventaja técnica de obtener un refuerzo uniformemente repartido, mejorando además la resistencia a la abrasión y al impacto.

#### 11- Colado losa.

Si se tiene programado el colado de una losa para una determinada fecha, se tiene que exigir a los técnicos de cada especialidad que deben entregar al ingeniero residente con el suficiente tiempo de antelación, antes de que este le entregue a la supervisión.

Cuando ya está instalada la vigueta y bovedilla, se hacen trazos y se retiran las viguetas que se tengan que quitar, se colocan los moldes de madera y se realizan los refuerzos que haya que colocar.

Todo se programa hacia atrás para ir dando tiempo adecuado a cada proceso. Esta coordinación la hace, por lo general, el ingeniero residente con cada especialidad y no la delega.

El ingeniero residente debe estar pendiente de la gestión de compra del concreto premezclado, esto por parte del departamento de costos, que debe ser requisado con anticipación, de acuerdo con el programa de actividades, especificando el volumen, resistencia, y si se utilizara

algún aditivo. A la vez se debe solicitar el equipo necesario para el colado de concreto como: bomba estacionaria y vibrador eléctrico.

Si los técnicos de cada especialidad se retrasan se bajan los incentivos, como por ejemplo, bonificaciones.

Pasos para colado de concreto en losa aligerada.

- ✓ Colocación de riostras o línea guía como mínimo 5 cm. Estando colocadas, el maestro de obra hace entrega al ingeniero residente, que a su vez hace entrega a supervisión para que esta dé el visto bueno o haga sus observaciones.
- ✓ Humedece el área de la losa antes de vaciar el concreto para que no pierda su contenido de agua y disminuya su resistencia. Ver figura 4.38.



Figura 4.38 Humedecimiento de bovedillas.

- ✓ Preparación de herramientas, equipo y personal de obra. Para esta actividad el personal de obra deben coordinarse para agilizar la colocación del concreto porque este tiene un tiempo límite de fraguado.
- ✓ Descarga el concreto para la losa mediante equipo de bombeo. Siempre debe estar presente el ingeniero de control de calidad, quien delega a un técnico de materiales para que este tenga control del concreto con respecto al revenimiento, cilindros y temperatura. Estar pendiente de la correcta vibración que el concreto asiente bien en las vigas que se eliminen las burbujas de aire utilizando un equipo de vibración y, de la nivelación deslizando una tabla larga o una barra de metal ligera sobre la superficie del concreto. Ver figura 4.39.



Figura 4.39 Colado de concreto en losa aligerada.

- 12- El curado puede hacerse de tres maneras: por inmersión, recubrimiento con arena húmeda o recubrimiento con película selladora.

Se debe procurar que después del tiempo de fraguado del concreto, el curado en general debe hacerse por inundación ver figura 4.40, colocándole 6 ó 7 pipadas de agua. Siempre tiene que tener agua, como cuando hay mucho sol o mucho viento hay que colocarle unas 2 pipadas más. Para que la losa gane la resistencia necesaria se debe dejar curando el concreto como mínimo 7 días.



Figura 4.40 Curado de losa por inundación.

El colado se ha hecho en tres etapas por nivel. La restricción que da el ACI, es con respecto a la estructura primaria, en un claro se tiene que dejar la junta de colado en el tercio medio y, con respecto a las vigas secundarias se tiene que estar alejado 2 veces y media del ancho de la viga.

Cualquier orden de cambio se debe presentar por parte del ingeniero residente a la supervisión, indicando en el formulario respectivo, detalladamente los cambios a realizar, que pueden ser disminución de obra o aumento de obra<sup>38</sup>.

Según va avanzando la partida de losa aligerada, incluyendo fontanería, electricidad e instalaciones especiales, se debe hacer una inspección interna por parte del contratista, allí entra el departamento de control de calidad, que se encarga de que todo esté de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. Cuando ya está revisado todo eso se hace la solicitud, por medio de la bitácora, de la inspección de la supervisión.

El trato con la gerencia para este tipo de proyecto se da de la siguiente forma, se le presentan informes de avance, si hay problemas o atrasos hay que informarle porqué se atrasó y, si se necesitan horas extras hay que solicitarle autorización para dejar al personal.

A parte de la bitácora, al ingeniero residente, le corresponde llevar un registro fotográfico del avance del proyecto, presentando semanal,

---

<sup>38</sup> Ver en anexos ejemplo de orden de cambio.

quincenal o mensualmente o como lo estime la empresa constructora el informe de obra<sup>39</sup>.

En la construcción, el departamento de costos se encarga de la planilla de obra y la estimación para cobros y se encarga de elaborar la recepción de obra para obreros y sub contratista<sup>40</sup> de acuerdo con las fechas establecidas en el programa de actividades. Este departamento se encarga de realizar las acciones correctivas, si la obra realizada en campo está de acuerdo con lo que se calculó previamente en el presupuesto contractual.

El departamento de dibujo que es el encargado de generar todos los planos de taller y, al finalizar la obra, de generar los planos de como construido, estos deben tener la aprobación del ingeniero residente y también, por parte de la supervisión.

---

<sup>39</sup> Este por lo general conlleva lo siguiente: álbum de fotografía de avance de obra, sus descripciones y los acuerdos a los que se ha llegado en el proyecto. los informes pueden ser semanal y mensualmente.

<sup>40</sup> Ver en anexo formato para recibir cantidad de obra por parte de los obreros y acta de recepción de obra terminada.

4.2.3.2 Actividades para el desarrollo del sistema de losa aligerada VT1-20 – nivel cinco.

El proceso constructivo se ejecutó en tres fases para facilidad en el desarrollo de las actividades.

Fecha de inicio: 08/Junio/2016

Fecha de Finalización: 17/Junio/2016. Ver figura 4.41.

<b>Junio</b>						
<b><u>Lu</u></b>	<b><u>Ma</u></b>	<b><u>Mi</u></b>	<b><u>Ju</u></b>	<b><u>Vi</u></b>	<b><u>Sa</u></b>	<b><u>Do</u></b>
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Figura 4.41 Periodo de construcción de entepiso nivel cinco de acuerdo al calendario.

Se anota en bitácora el inicio de esta partida de obra con visto bueno de la supervisión y se da la orden de inicio a la construcción de esta partida.

Se presenta el programa de actividades para este nivel en las figuras 4.42 a la 4.45.

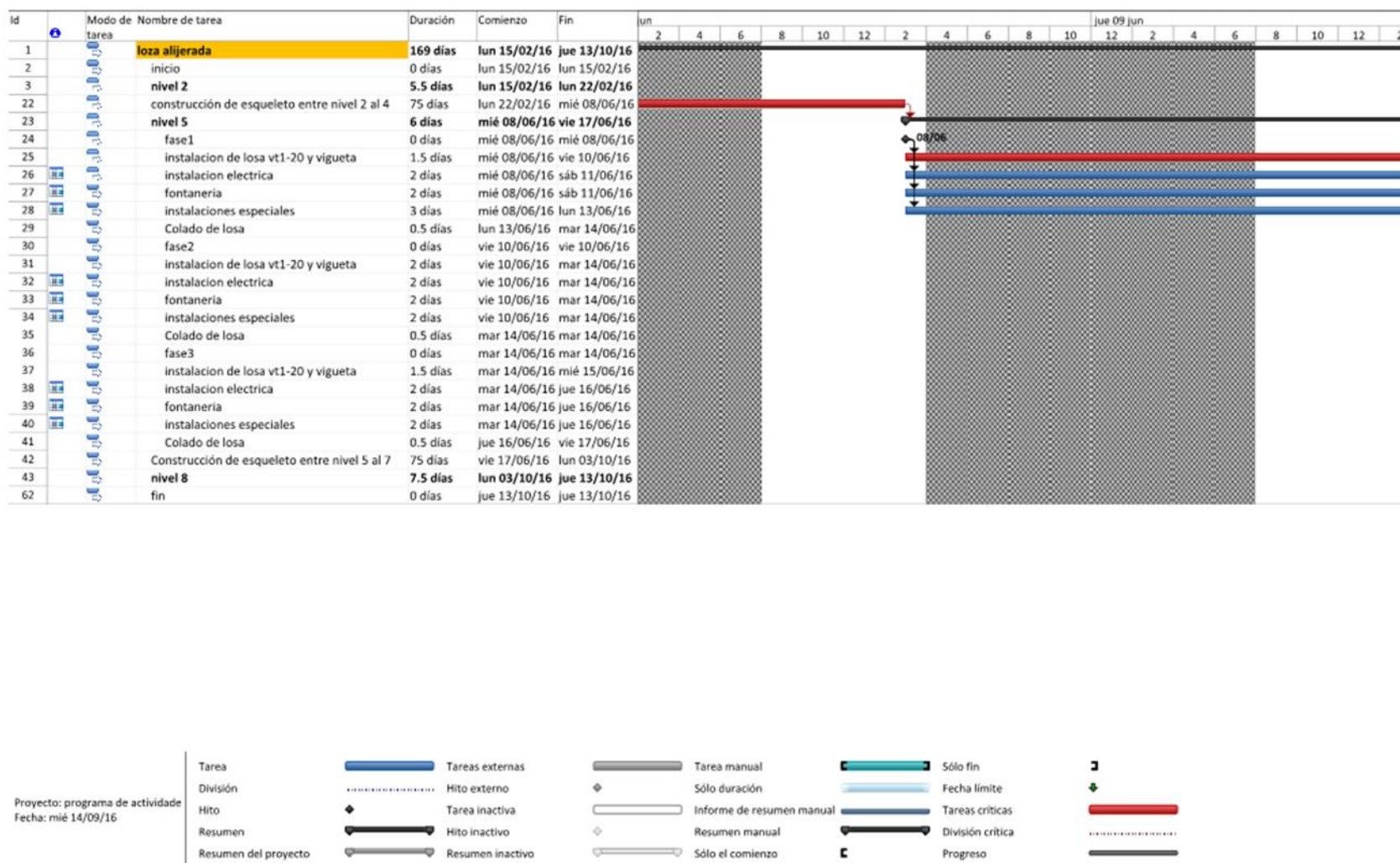


Figura 4.42 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 1/4.



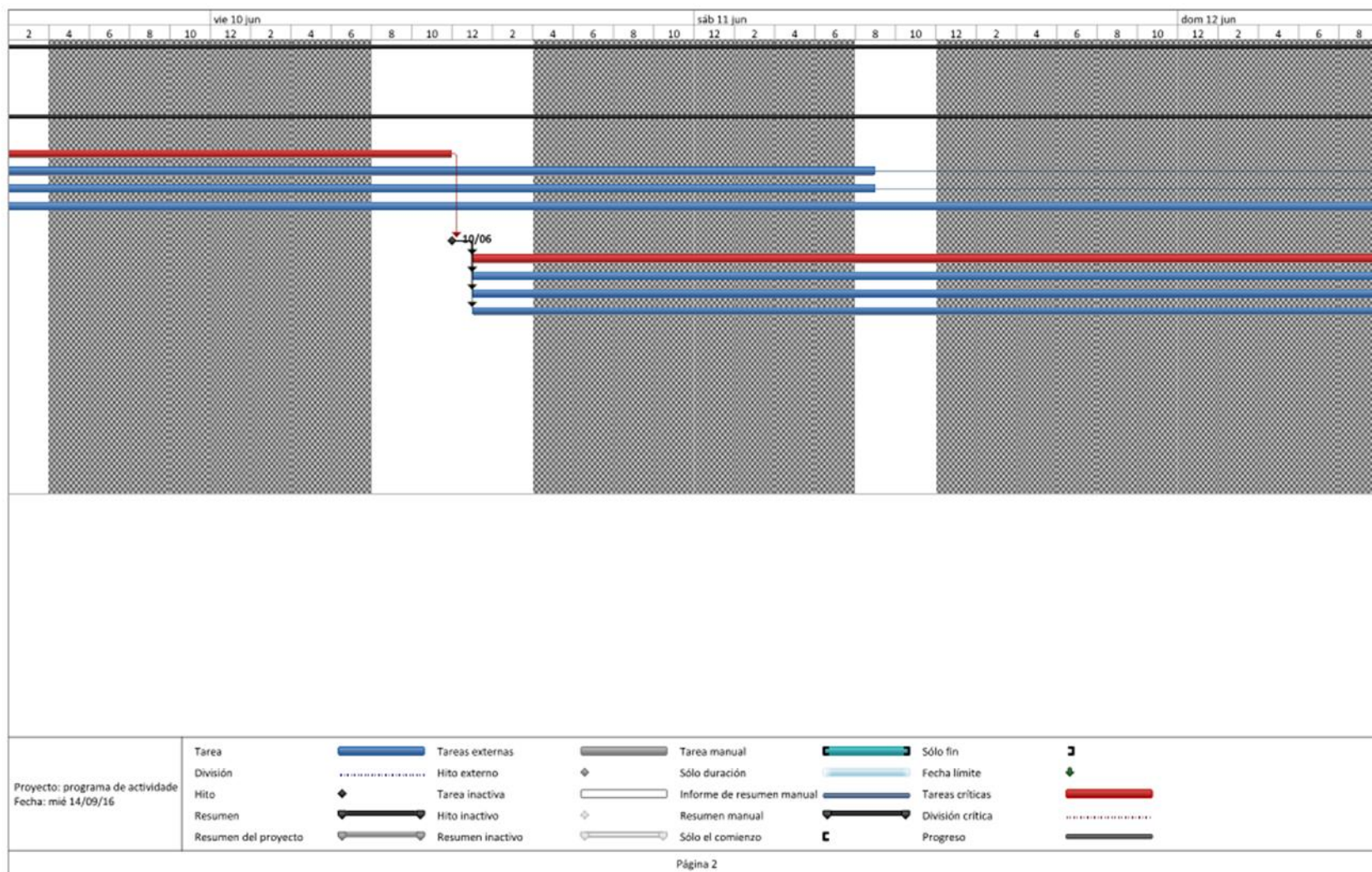


Figura 4.43 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 2/4.

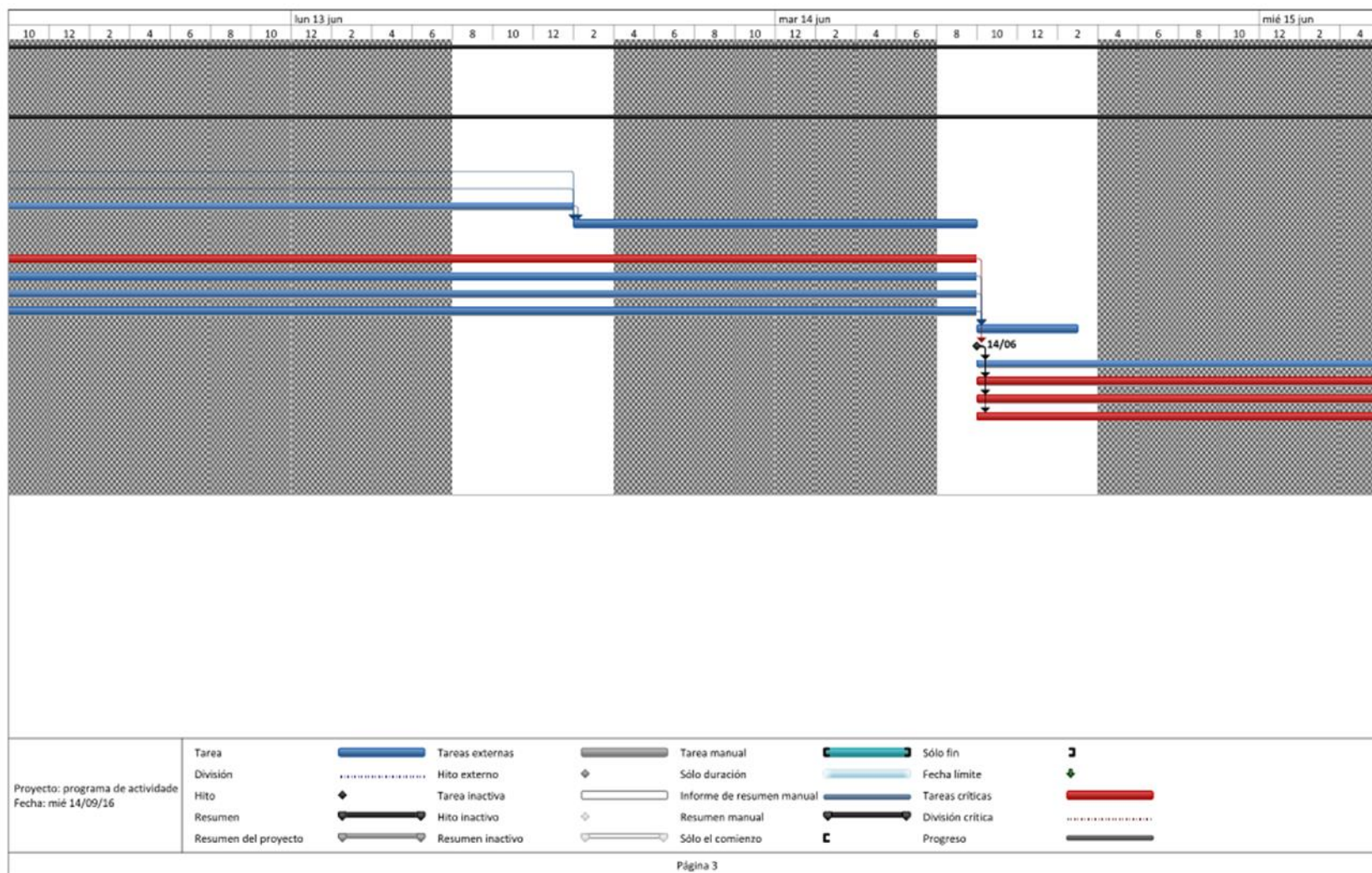


Figura 4.44 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 3/4.

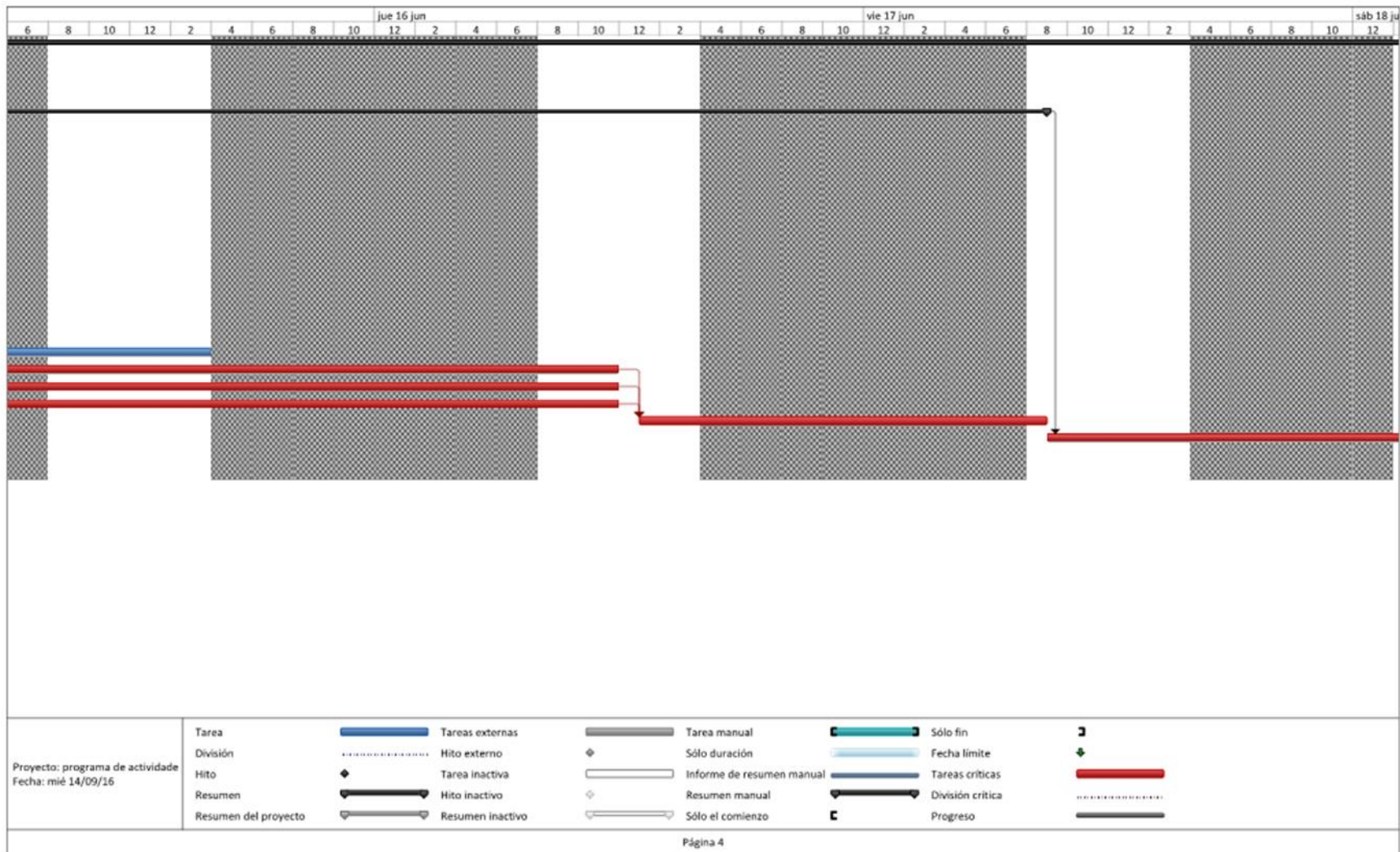


Figura 4.45 Programa de actividades para losa aligerada nivel cinco – 4/4.

Para iniciar la ejecución de este nivel transcurrieron 75 días, de acuerdo con el programa de actividades, iniciando desde que finalizó el curado de la losa aligerada del nivel dos, es decir de la fecha: 23/Febrero/2016 al 07/Junio/2016.

Se anota en bitácora el inicio de esta partida de obra, con visto bueno de la supervisión y se le da el comienzo a la construcción de esta partida de losa aligerada del nivel cinco.

Como se indicó en la losa de nivel dos, se deben hacer las respectivas reuniones con el personal de obra, y las reuniones para analizar la fase preparatoria de esta partida con los profesionales involucrados (supervisor, control de calidad, seguridad ocupacional y técnicos).

Para el traslado de materiales a este nivel, es necesario el uso de la grúa. El pedido de materiales a los subcontratistas debe hacerse con suficiente tiempo de antelación, por lo menos un mes, antes de comenzar la colocación de vigueta y bovedilla, para que de esta manera, se aproveche al máximo el uso de la grúa y subir los materiales con el menor número de usos de esta y no generar costos extras ni atrasos. Como en el caso de la losa de nivel dos, el acopio de los materiales se tiene que realizar a no más de 20 metros del lugar de colocación y no más de un nivel; en este caso específico( quinto nivel), los materiales se deben ubicar a lo sumo en el cuarto nivel. Una vez se han preparado los materiales, herramientas y equipos a utilizar, se inician los trabajos de colocación de



viguetas y bovedillas y en conjunto se comienzan las instalación eléctrica, instalación hidrosanitarias y obras especiales.

Con el proceso constructivo para la instalación de losas aligeradas, es similar en cada nivel, sólo en el caso del colado de concreto se necesita una bomba de mayor capacidad para elevar el concreto a esa altura y, de una tubería metálica, en la cual se transporte el concreto y tener en cuenta el cuidado del tiempo de colocación del concreto.

Según el ACI y de acuerdo con el diseño, se considera que del total de puntales a colocar para la losa a colar 100%, en la losa anterior a esta se colocan el 50% de esa cantidad, y la inferior a esa el 25% de puntales, es decir, son tres niveles apuntalados. Por ejemplo, para colar la losa del nivel cinco se tiene que apuntalar el cuarto con el 50% y el tercero a ese con el 25% de apuntalamiento.

Se debe tener en cuenta algo muy importante, la seguridad ocupacional de los obreros (ver figura 4.46). Esta parte es más delicada y minuciosa, ya que se está trabajando en altura, por ejemplo, el uso de arnés y cuerdas debidas, para todo el personal profesional y obrero involucrado en la construcción.

El ingeniero residente junto con el ingeniero encargado de la seguridad ocupacional, ejecutan el plan, orientando a todo el personal de obra para su seguridad.



Figura 4.46 Personal de obra con el uso de equipo para seguridad personal. Este nivel se desarrolló en tres fases para su construcción. Se respeta la restricción que da el ACI para cada entrepiso, que con respecto a la estructura primaria, en un claro se tiene que dejar la junta de colado en el tercio medio y, con respecto a las vigas secundarias se tiene que estar alejado dos veces y media del ancho de la viga.

En el desarrollo de las losas de los niveles anteriores se realizó una inspección de la obra terminada por parte del control de calidad. Para este nivel se realizará de la misma manera, de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. Cuando ya está revisado se hace la solicitud, por medio de la bitácora, de la inspección de la supervisión.

El control de los costos de la partida a este nivel es más exigente por parte de la gerencia. El ingeniero residente entrega los informes de avance del proyecto, siempre explicando los atrasos por causas justificada; a estas alturas de la construcción, el rendimiento es muy importante ya que si se llegase presentar retrasos de obra, el ingeniero residente junto con la gerencia aplican medidas

correctivas para solucionarlo, como por ejemplo; horas extras, modificación de procesos constructivos, etc.

El departamento de costos se encarga de la estimación para cobros y se encarga de elaborar la recepción de obra para obreros y sub contratista de acuerdo con las fechas establecidas en el programa de actividades. Se encarga de realizar las acciones correctivas, si la obra realizada en campo no está de acuerdo con lo que se calculó previamente en el presupuesto contractual.

4.2.3.3 Actividades para el desarrollo del sistema de losa aligerada VT1-20 – nivel ocho.

El proceso constructivo se ejecutó en tres fases para facilitar en el desarrollo de las actividades.

Fecha de inicio: 03/Octubre/2016

Fecha de Finalización: 13/Octubre/2016. Ver figura 4.47.

<b>Octubre</b>						
<b><u>Lu</u></b>	<b><u>Ma</u></b>	<b><u>Mi</u></b>	<b><u>Ju</u></b>	<b><u>Vi</u></b>	<b><u>Sa</u></b>	<b><u>Do</u></b>
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Figura 4.47 Periodo de construcción de entepiso nivel ocho de acuerdo al calendario.

Se anota en bitácora el inicio de esta partida de obra con visto bueno de la supervisión y se da la orden de inicio a la construcción de esta partida.

Se presenta el programa de actividades para este nivel. Figuras de la 4.48 a la 4.51.



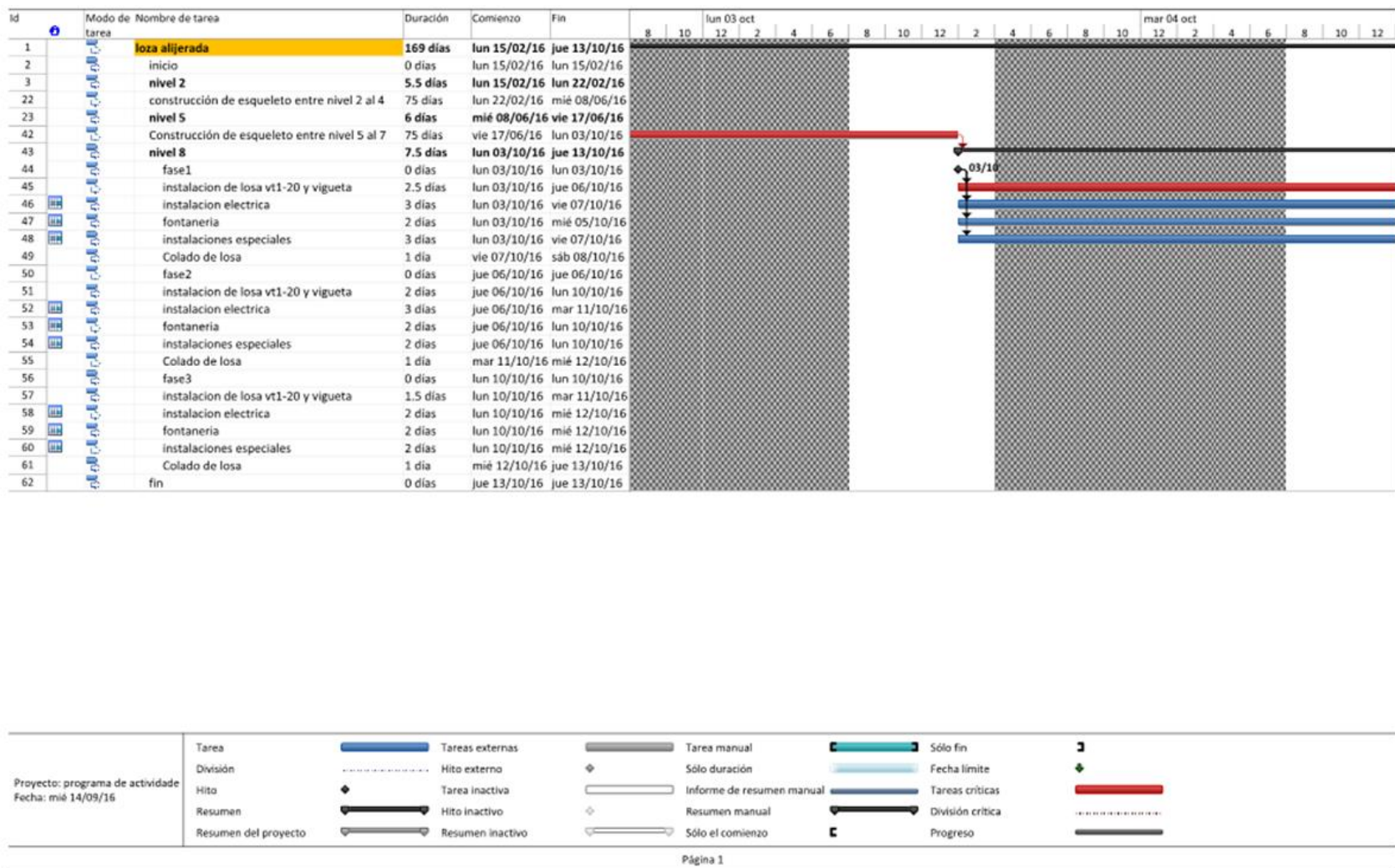
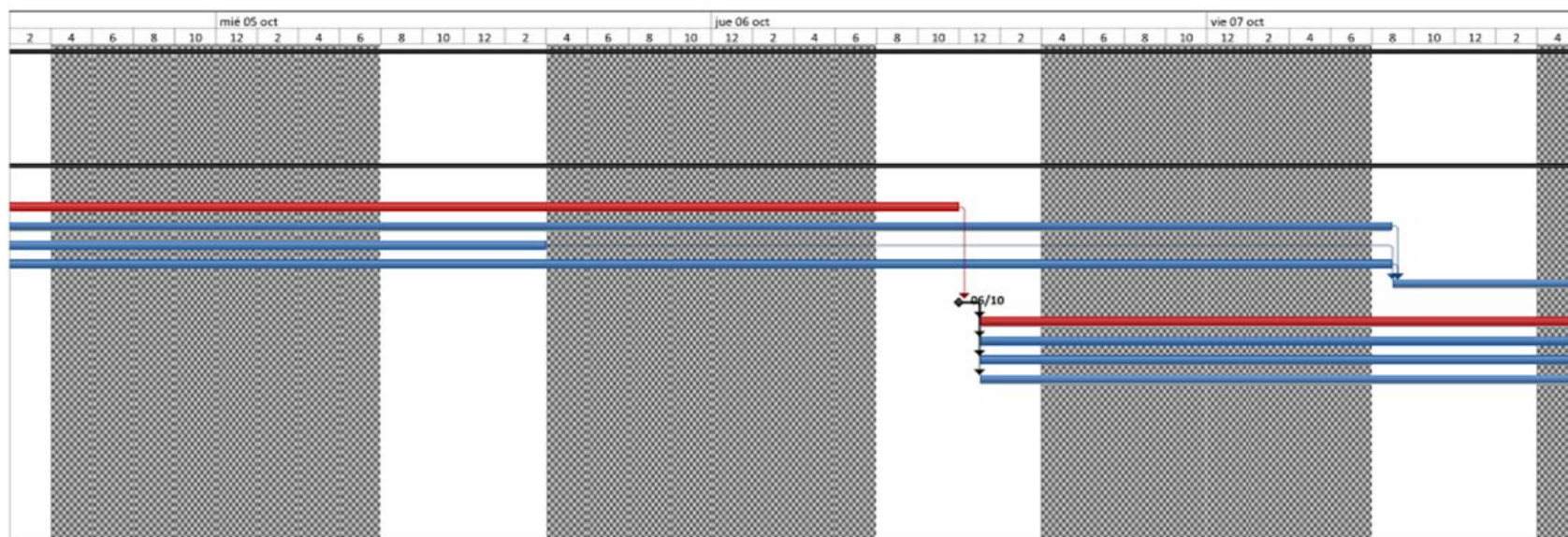


Figura 4.48 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 1/4.



Proyecto: programa de actividade Fecha: mié 14/09/16	Tarea	Tareas externas	Tarea manual	Sólo fin	
	División	Hito externo	Sólo duración	Fecha límite	
	Hito	Tarea inactiva	Informe de resumen manual	Tareas críticas	
	Resumen	Hito inactivo	Resumen manual	División crítica	Progreso
	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Sólo el comienzo	Progreso	

Figura 4.49 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 2/4.

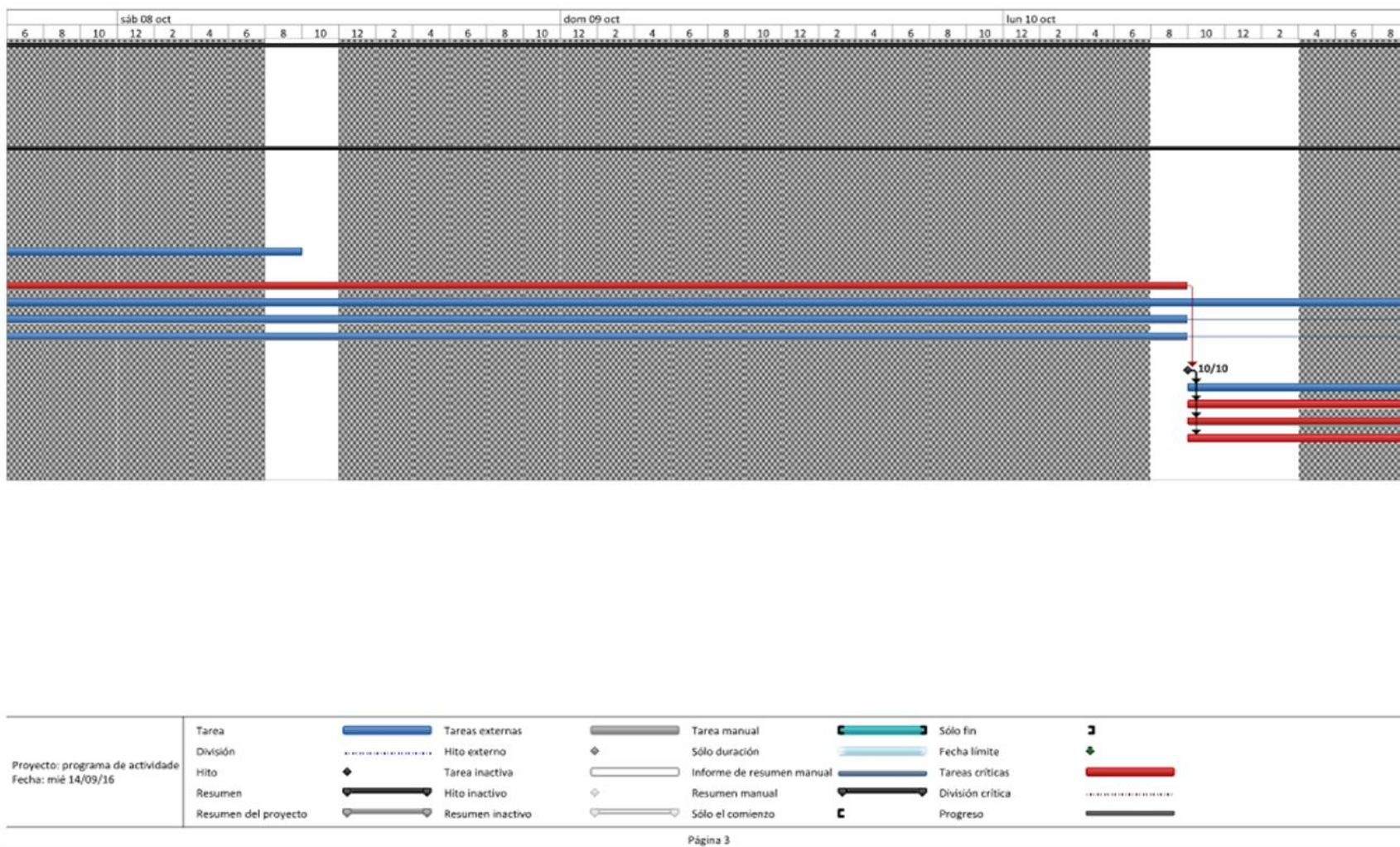


Figura 4.50 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 3/4.



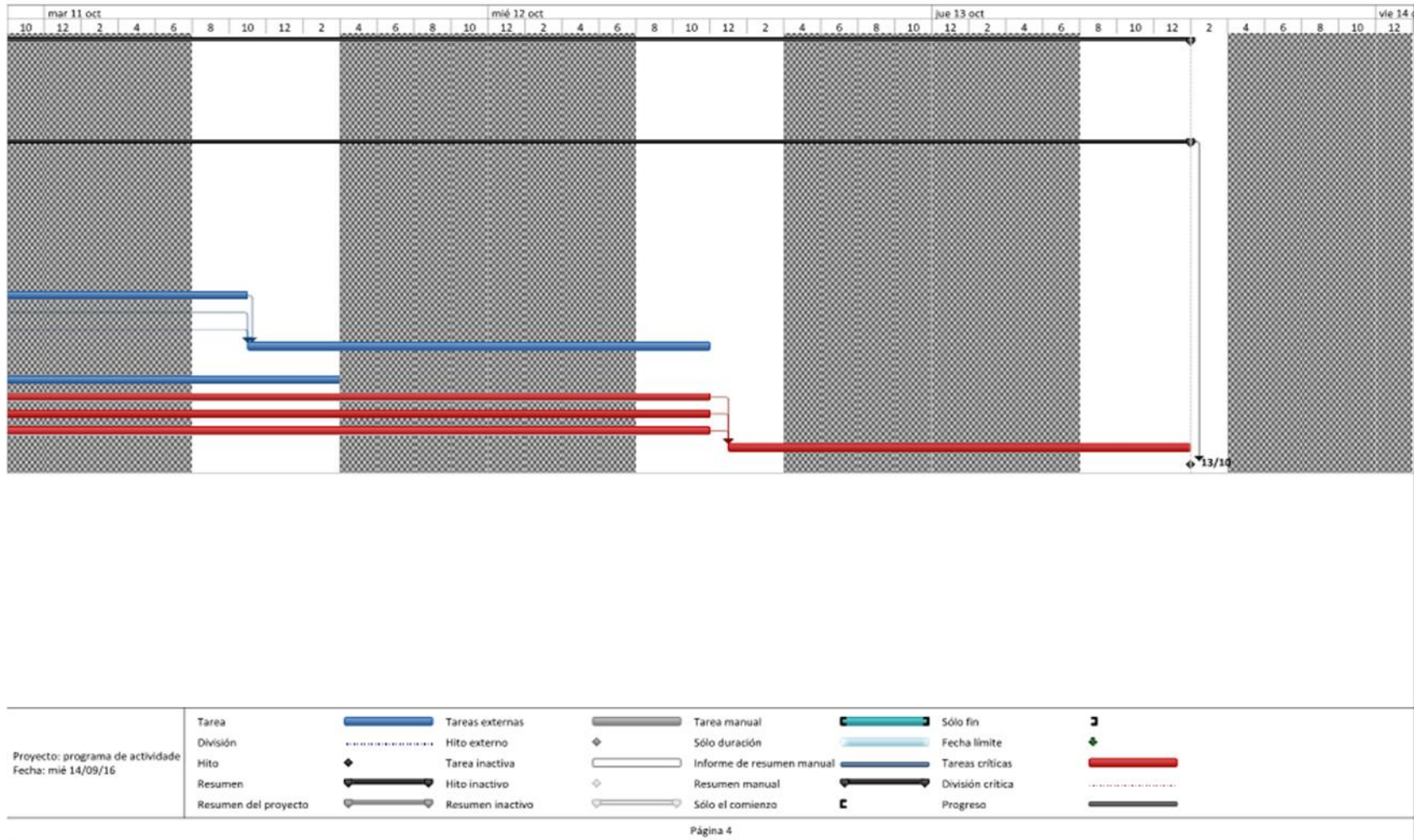


Figura 4.51 Programa de actividades para losa aligerada nivel ocho – 4/4.

Para iniciar la ejecución de este nivel, transcurrieron 75 días de acuerdo con el programa de actividades, iniciando desde que finalizó el curado de la losa aligerada del nivel cinco; es decir de la fecha: 17/Junio/2016 al 01/octubre/2016. Se anota en bitácora el inicio de esta partida.

Se realizan las reuniones con todo el personal de obra, profesionales y técnicos.

Para el desarrollo del octavo nivel siempre es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Para el traslado de materiales hacia el octavo nivel, es necesario tener mayor cuidado que el suministrante no se retrase con la entrega, porque del sexto nivel hacia arriba resulta ser más costoso y alteraría el presupuesto. Se debe aprovechar la subida de materiales en la grúa de la manera más óptima posible; porque, si por ejemplo; urge colar y el suministrante se retrasa con la entrega, se suspenden varias actividades solo para traslado de los materiales.
- ✓ Se inician los trabajos de colocación de viguetas y bovedillas y a la par inicia la instalación eléctrica, instalación hidrosanitarias y obras especiales.
- ✓ El proceso constructivo para la instalación de losas aligeradas es prácticamente el mismo que en los niveles anteriores, lo que diferencia en los niveles es el traslado de materiales, que resulta ser más costoso

y se necesita ser más eficiente. Además, para el colado de concreto se necesita una bomba de mayor capacidad para elevar el concreto a esa altura y tener en cuenta el cuidado de la colocación del concreto.

- ✓ Como en los niveles anteriores, el colado también se realizó en tres fases.

El ingeniero encargado de la seguridad ocupacional de los obreros debe dar mayor prioridad y estar atento a la caída de altura, porque a estos niveles una caída puede ser fatal para el trabajador, se debe concientizar el uso de arnés, cuerdas y todo el equipo necesario para su protección junto con las precauciones respectivas. El ingeniero residente se encarga de dar seguimiento al plan que le presentó el ingeniero de seguridad ocupacional.

La inspección de la obra terminada para este nivel por parte del ingeniero de control de calidad, se realiza de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. El ingeniero residente da seguimiento a esta inspección. Cuando la inspección ya está terminada, se solicita a la supervisión, la recepción de la obra y se anota en bitácora cualquier observación hecha por éste.

Si se dan retrasos en este nivel, el ingeniero residente debe informar el porqué de ellos, a la gerencia, y establecer las correcciones para ajustar el programa de actividades.

Con el aval del ingeniero residente, el departamento de costos realiza las estimaciones y se encarga de elaborar la recepción de obra para obreros y sub contratista. Además, se ejecutan las acciones correctivas, si lo hecho en campo no está de acuerdo con lo que se calculó previamente en el presupuesto contractual.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 5.1 CONSIDERACIONES

- El ingeniero residente es el principal responsable de la ejecución del proyecto de construcción; él es el nexo entre la empresa constructora, el gerente de proyecto, la supervisión, y el dueño o su representante. Las distintas actividades, funciones y responsabilidades tienen que estar claramente definidas y descritas en el perfil de la empresa constructora al contratar al profesional en ese puesto de ingeniero residente, un ingeniero civil.
- Las empresas constructoras, necesitan ingenieros profesionales capaces de dirigir un proyecto de construcción, que se encuentren preparados técnica y administrativamente, y con experiencia en campo (preferible no empírico).
- Es más compleja y de mayor magnitud, la ejecución y construcción de edificios altos de varios niveles (diez o más), que el de una casa pequeña. Las responsabilidades, funciones y actividades del ingeniero residente en la construcción de un edificio alto siempre son mayores, por lo tanto, necesita tener un equipo de profesionales que co-ayuden a realizar esta labor.

## 5.2 CONCLUSIONES<sup>41</sup>

- Se requiere que el ingeniero residente, tenga buena formación académica práctica, y experiencia suficiente, que garantice su capacidad administrativa y técnica para llevar a cabo todas las funciones que demanda su puesto, en la ejecución de edificios altos u otros tipos de proyectos de gran magnitud y complejidad.
- En la construcción de un edificio, el ingeniero residente conoce, ampliamente, toda la documentación para el desarrollo del proyecto, planos, especificaciones técnicas, especificaciones contractuales, programa de obra y presupuesto desglosado, contractualmente.
- El ingeniero residente plantea y ejecuta la solución más eficiente a los problemas que se presentan durante la construcción de un edificio, administrativo, y mayormente los técnicos.
- El ingeniero residente en obra, delega funciones, tareas y actividades a personas de su confianza, técnicos y profesionales.
- Las actividades del ingeniero residente, están asociadas, por ejemplo, con el monto contractual, magnitud y complejidad del edificio en construcción, ya que para proyectos pequeños (dos niveles máximos), el ingeniero

---

<sup>41</sup> En la actualidad, las empresas constructoras, todavía contratan a profesionales por su experiencia y empirismo en campo que por su buena formación académica.

residente, ejecuta actividades administrativas y actividades técnicas en igual porcentaje; caso contrario, en proyectos grandes realiza más actividades técnicas, debido a que tiene apoyo con personal capacitado (profesionales y auxiliares-técnicos) que lo ayudan en las actividades administrativas.

- En la construcción de edificios altos (dos o más niveles), el ingeniero residente no realiza directamente las estimaciones de obra, ya que existe un departamento de costo encargado de tal actividad, pero es necesario que el ingeniero residente realice el respectivo control, revisión y autorización de las mismas.
- Las empresas constructoras no tienen manual/instructivo de seguridad ocupacional; lo que tienen es un plan que la empresa constructora entrega al ingeniero residente, y éste lo aplica en el desarrollo del proyecto por medio de un profesional encargado o ingeniero de control de calidad.

### 5.3 RECOMENDACIONES

- Las relaciones interpersonales para interactuar eficazmente con otros profesionales, consultores y subcontratistas en el desarrollo de la construcción del edificio, deben ser de forma profesional y, al resolver conflictos o problemáticas se debe hacer con criterios principalmente técnicos.
- El ingeniero residente debe apegarse al tiempo de ejecución contractual, para evitar futuras multas debido a los retrasos. Lo cual lo conseguirá controlando el programa de actividades y, en el caso de retrasos, aplicar las soluciones más viables respecto al presupuesto y los costos del proyecto.
- El ingeniero residente necesita conocer bien de los distintos tipos de procesos constructivos, y tomar las decisiones para darle solución a cualquier situación crítica en el proyecto; así mismo capaz de innovar y adaptar esto en las soluciones técnicas.
- Es importante que el ingeniero residente tenga en el proyecto, personal capacitado que lo auxilie en los diferentes tipos de actividades en la construcción de edificios altos, por ejemplo, el jefe del departamento de costos, el departamento de dibujo, el departamento de control de calidad; cada especialista de las áreas técnicas implicadas, electricidad, aire acondicionado, etc.

- Es recomendable que el ingeniero residente se actualice con las nuevas tecnologías e innovaciones en la industria de la construcción, para aportar los conocimientos en esta industria. A la vez que sepa de diferentes software (AutoCAD, Microsoft Project, Excel, Microsoft Word, etc.), para un desempeño más eficiente en las actividades y funciones a su cargo.
- El ingeniero residente debe involucrarse directamente en el proceso de licitación y conocer ampliamente el proyecto antes de su construcción. Orientando mayormente en el presupuesto y costos del proyecto.
- La planificación y coordinación durante todo el proyecto de construcción debe ser prioridad absoluta en el desarrollo de las actividades del ingeniero residente, esto para minimizar errores en todo el proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, Jaime. 1990."Principales actividades del Ingeniero constructor como residente en obras de edificación". Trabajo de graduación Instituto tecnológico de la construcción. Ciudad de México, México.
- Bonilla, Gildaberto. 2000. "Cómo hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas". 4° edición. UCA editores. El salvador.
- Rojas Soriano, Raúl. 2002. "Guía para realizar investigaciones sociales". 40ª. Edición, Plaza y Valdés Editores. México.
- Spiegel, Murray R. 2009. "Estadística". 4° edición. McGraw-Hill. México.
- Méndez, Sara y otros. 2007. "Estudio de Mercado para la comercialización del limón pérsico en el departamento de San Miguel". Trabajo de Graduación en Licenciatura de Administración de Empresa, Facultad Multidisciplinaria de oriente. Departamento de Ciencias Económicas. Universidad de El Salvador.
- Ramos, Rebeca Elizabeth y otros. 2013. "Plan de Capacitación y Asistencia Técnica para la Reforma Presupuestaria", Manual del Participante, 1a edición. Ministerio de Hacienda, con la cooperación Alemana. El Salvador.
- Cáceres, Ana Mercedes (2016). "Tabulación de Encuestas". *Escuela de computación, Universidad Don Bosco*, 1, 1-12.
- Lesur, Luis. 2002."Manual del residente de obra". ED. Trilla. México
- Gómez, Sergio y otros. 2005. "Manual Técnico de Procesos Constructivos". Trabajo de graduación en ingeniería civil, Facultad Multidisciplinaria de

oriente. Departamento de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.

- Mata, Leonardo. 2003. "Guía práctica de supervisión y ejecución de obras civiles", Sociedad Venezolana de Ingenieros Civiles (SOVINCIV). 1ª edición. Venezuela.
- COPRESA S.A. de C.V. 2012. "Manual de sistema de entrepiso COPRESA". 46 páginas.
- Secretaría de educación pública. 2008. "Construcción de techos, sistema vigueta y bovedilla". 28 paginas. México.

ANEXOS



## ANEXO 1

Edificios multifamiliares (Alturas de 10 m. a 22.5 m).

Centros urbanos. Edificios de 4 a 8 plantas con 4 apartamentos por cada nivel.

Los centros urbanos más conocidos:

- Barrio Lourdes.
- Barrio Candelaria.
- Zacamil (Mejicanos).
- Colonia la Málaga.
- Colonia Jardín en Mejicanos.
- Colonia Atlacatl.
- Condominios "Regis". Barrio San Jacinto.
- Centro urbano campos altos en Santa Ana (en los 70's).
- Centro urbano 5 de Noviembre. San Salvador.
- Edificios a lo largo de la autopista los próceres.
- Condominios en el Boulevard Tutunichapa.
- Complejo urbano Monserrat.

## ANEXO 2

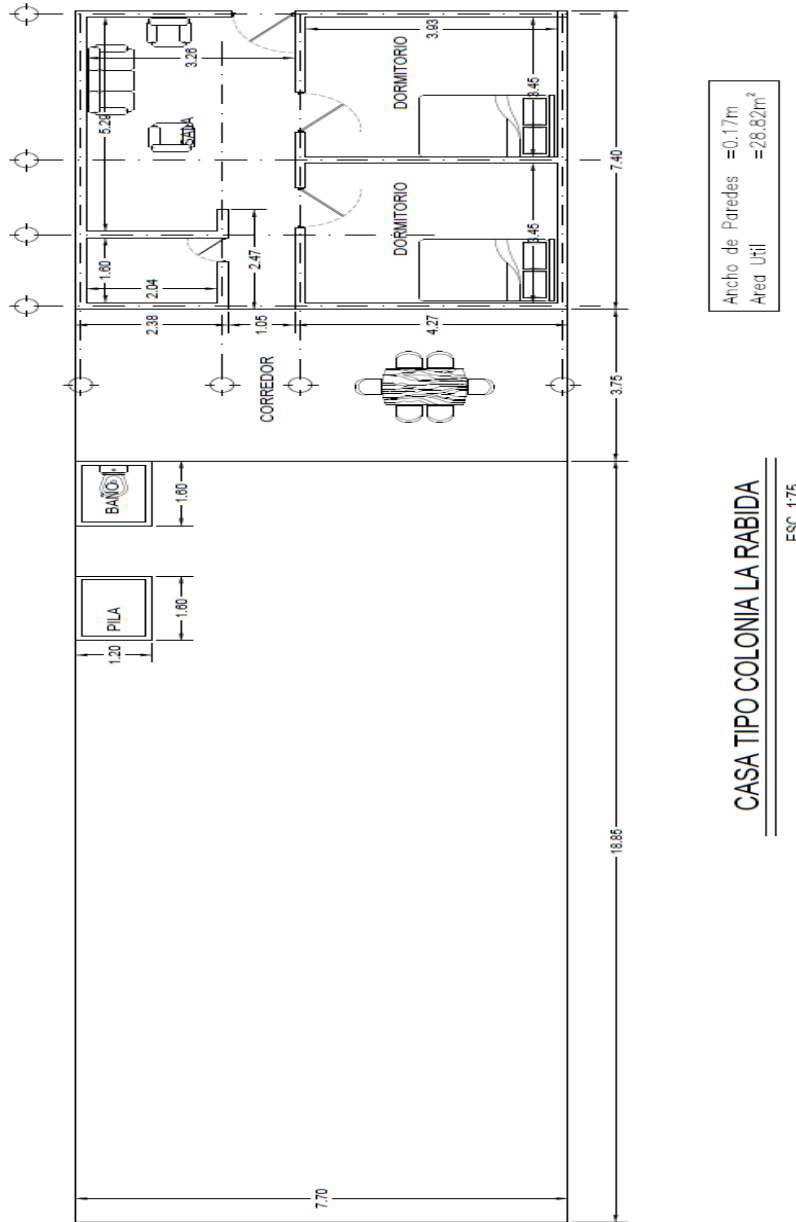
Torres (Alturas de 32 m. a 110.3 m)

Estos edificios tienen diferentes usos (de oficina, comerciales, etc.). Las torres más conocidas:

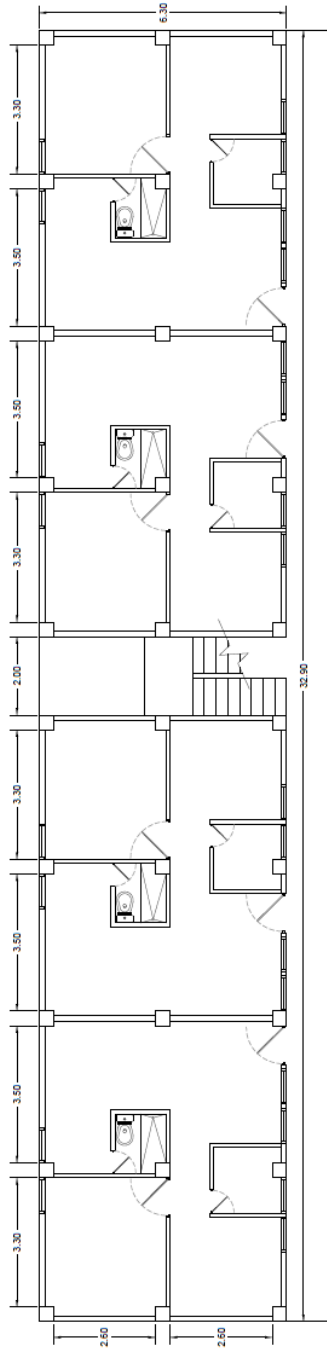
- Torre roble (uno de los edificios más altos y modernos de los años 70's)
- Torre democracia.
- Torre futura.
- Torre Scan (1986).
- Torre hospital Bloom.
- Torre del ministerio de gobernación.
- Torre de la fiscalía en santa Elena.
- Hotel casino real.
- Torres de apartamentos en Multiplaza.
- Torre de la actual administración y dirección del seguro social (ISSS).
- Torre El Pedregal.
- Hotel Hilton (San Salvador).
- Torre Banco Central de Reserva.

- Torre Mapfre La Centroamericana.
- Torre Tigo.
- Torre Azteca.

ANEXO 3 (PLANO TIPO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE LOS AÑOS 50'S)



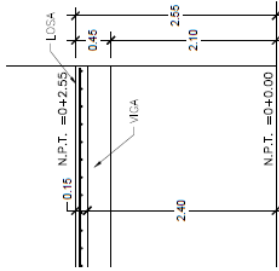
ANEXO 4 (PLANO TIPO DE APARTAMENTO CONDOMINIO UNIVERSITARIO)



EDIFICIO CONDOMINIO UNIVERSITARIO

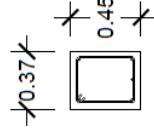
ESC. 1:100

Area Apartamento = 44.85m<sup>2</sup>  
 Area Total de Planta = 194.86m<sup>2</sup>



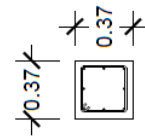
DETALLE ENTREPISO

ESC. 1:50



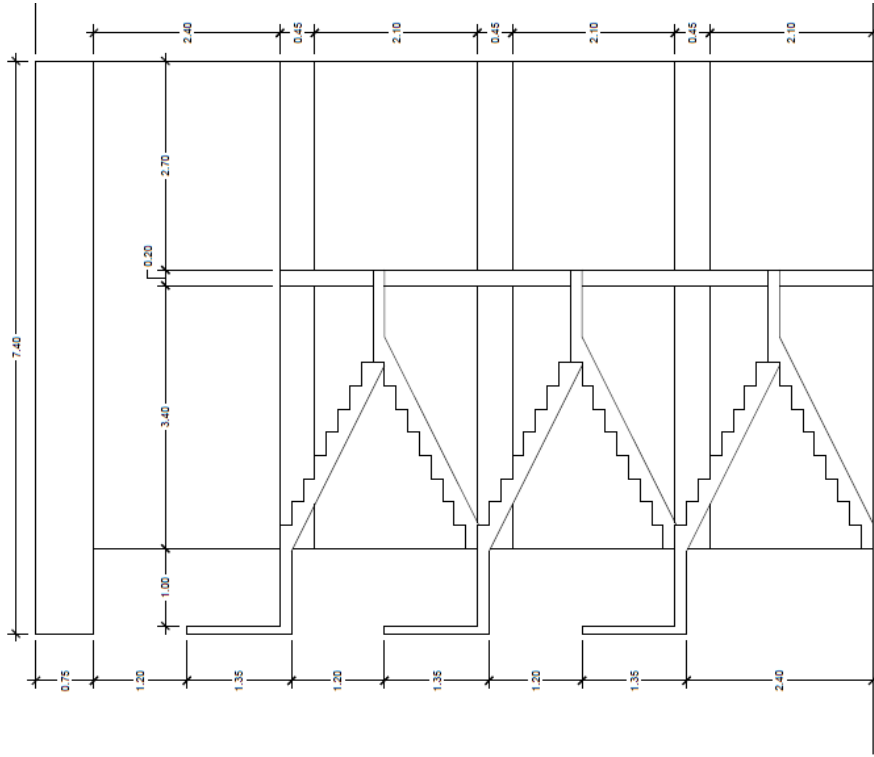
VIGA

ESC. 1:25

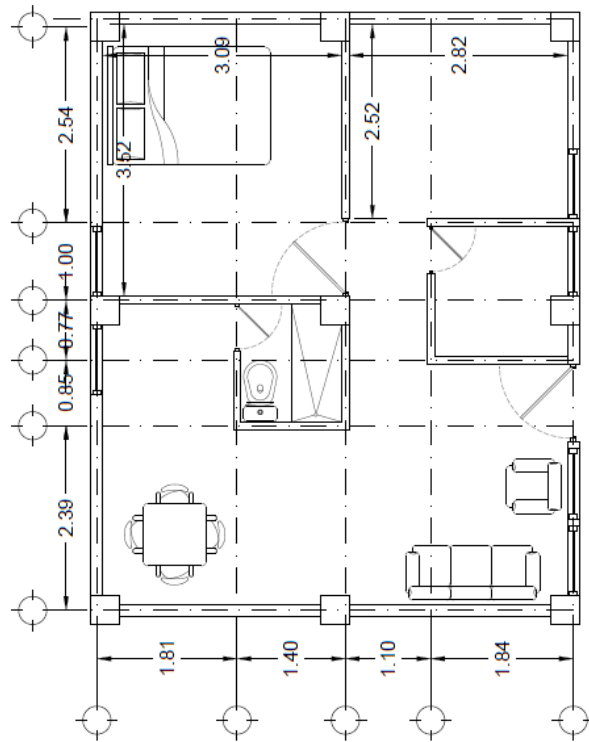


COLUMNA

ESC. 1:25

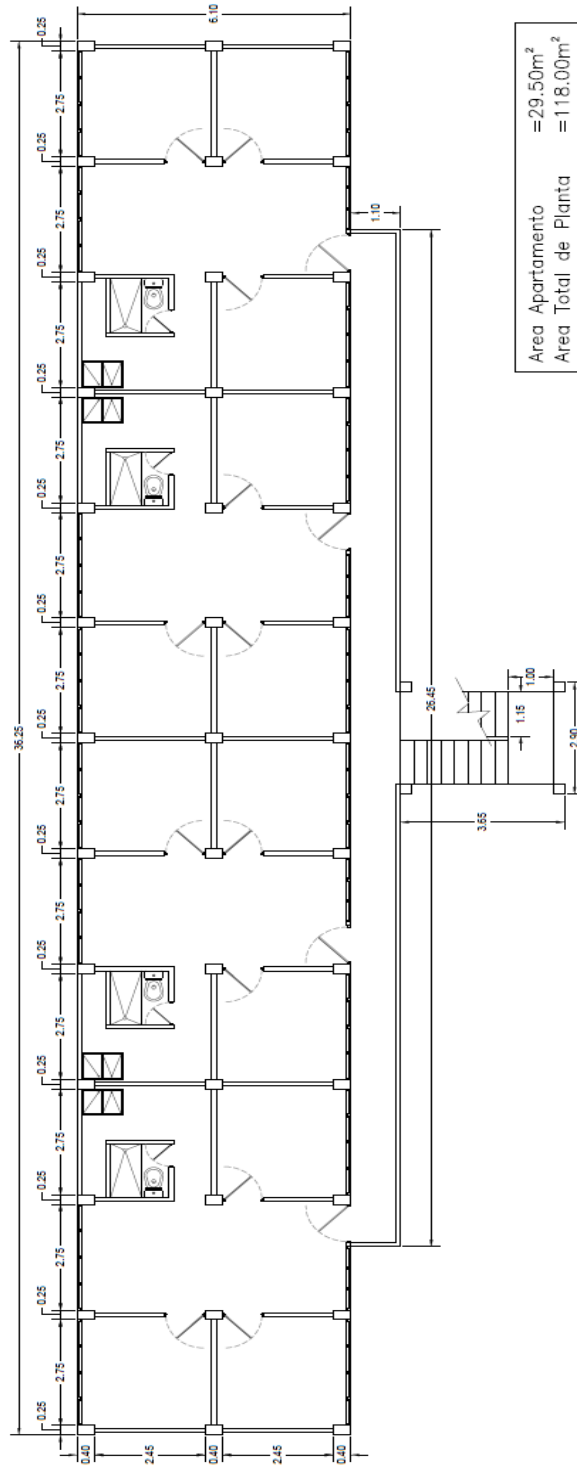


VISTA LATERAL CONDOMINIO UNIVERSITARIO  
ESC. 1:50



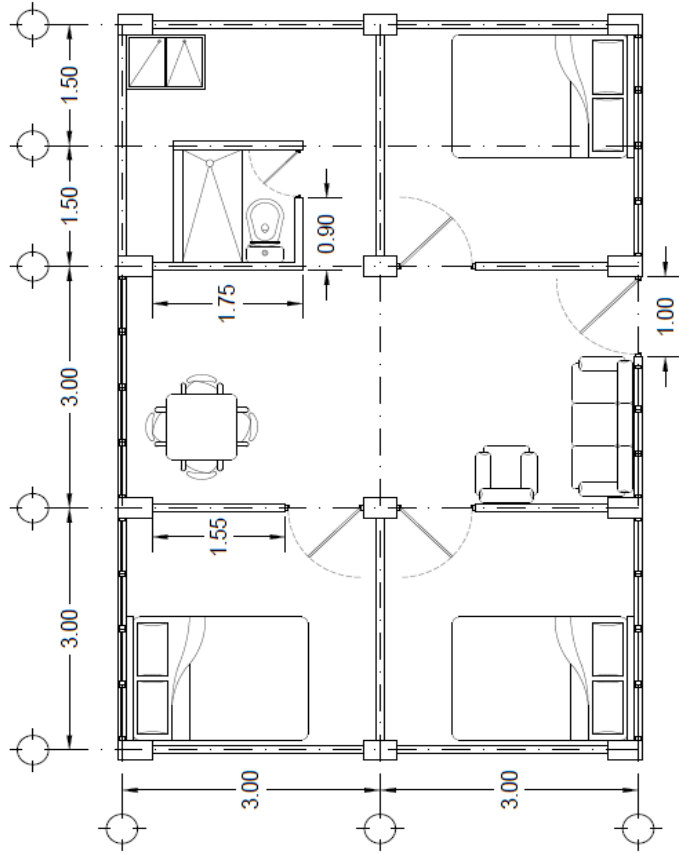
PLANTA TIPO CONDOMINIO UNIVERSITARIO  
ESC. 1:50

ANEXO 5 (PLANO TIPO DE APARTAMENTO “JOSE SIMEON CAÑAS”)



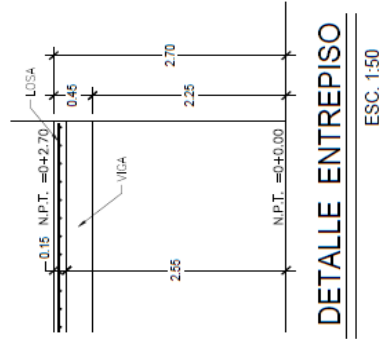
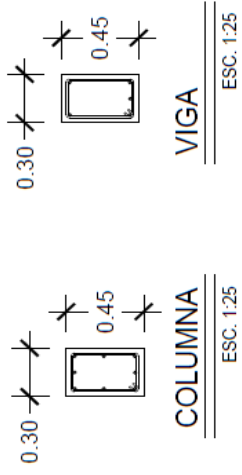
EDIFICIO CONDOMINIO JOSE SIMEON CAÑAS

ESC. 1:100



PLANTA TIPO CONDOMINIO JOSE SIMEON CAÑAS

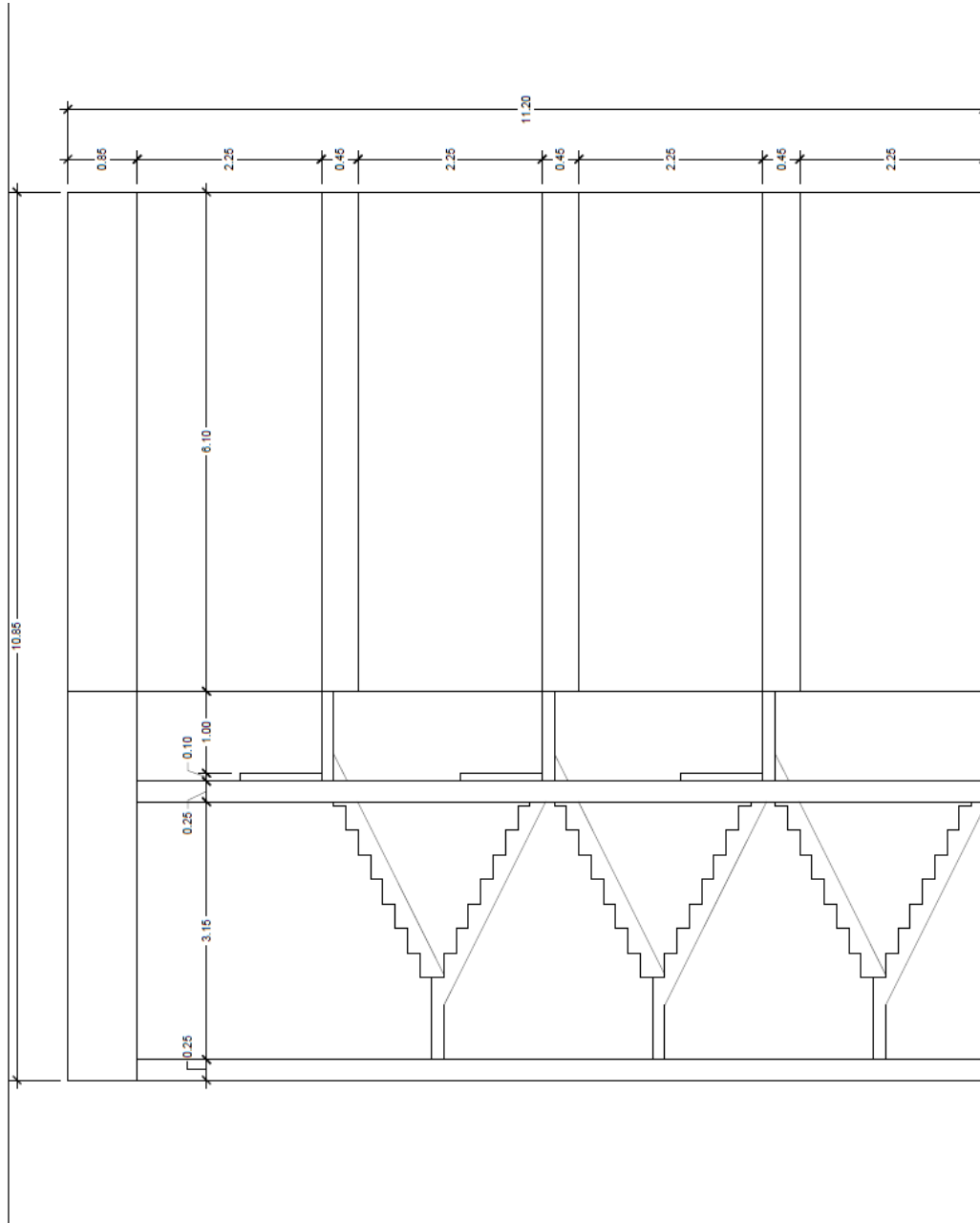
ESC. 1:50



DETALLE ENTREPISO

ESC. 1:50

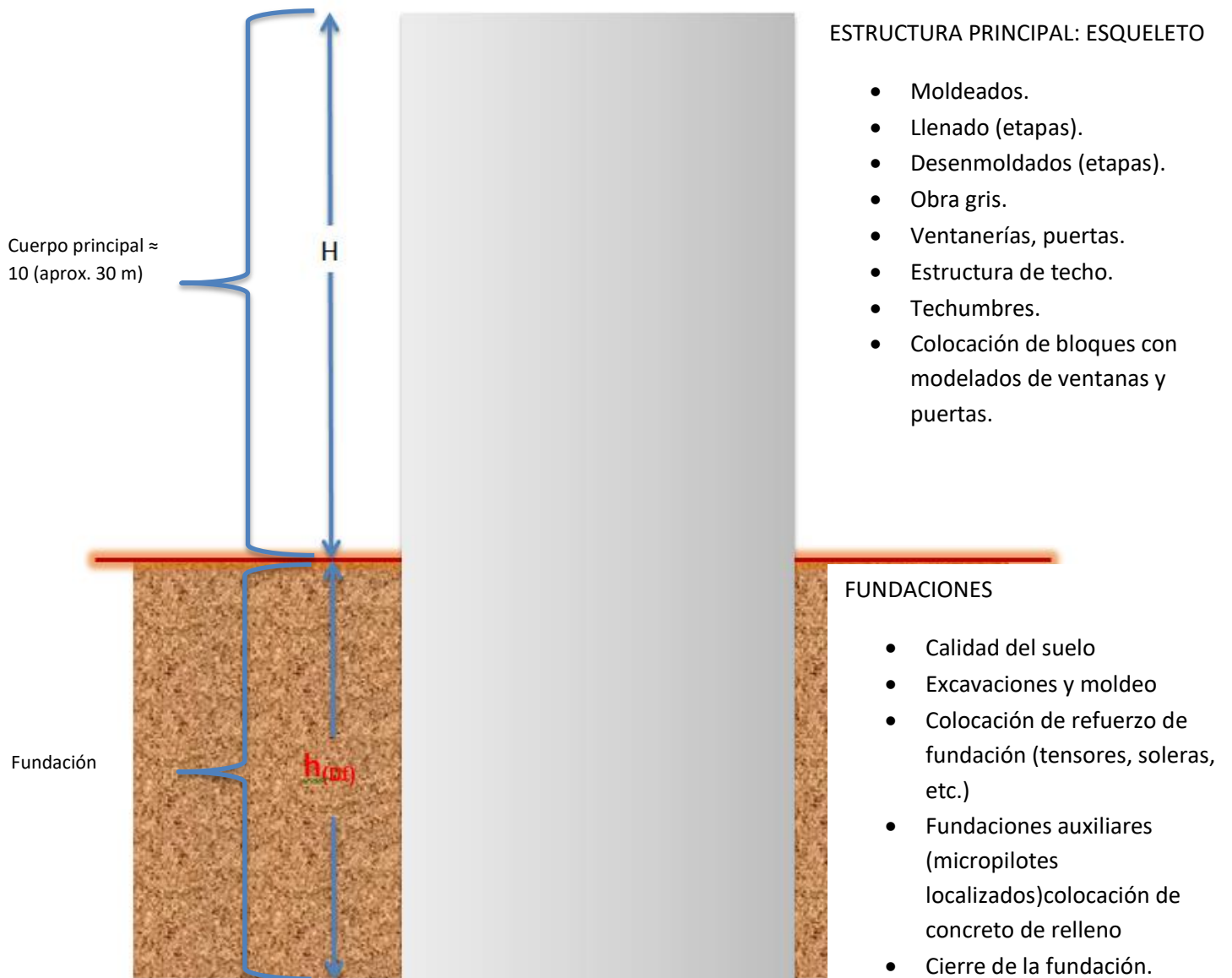




VISTA LATERAL CONDOMINIO JOSE SIMEON CAÑAS

ESC. 1:50

## ANEXO 6 (PARTES MAS IMPORTANTES DE UN EDIFICIO)

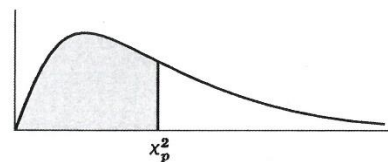




ANEXO 8

Ordenadas (Y) en z, en la curva normal estándar

**Valores percentiles ( $\chi^2_p$ )  
correspondientes  
a la distribución ji cuadrada  
con  $\nu$  grados de libertad  
(área sombreada =  $p$ )**



$\nu$	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.005}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	46.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3



## ANEXO 9

Ejemplo en campo de bitácora de obra.

Nº	0265	Proyecto:	Enlance
		Fecha:	19/10/2015
		Hoja:	
		Elabora:	Ing. Juárez

En base a la irregularidad que presenta la base de suelo cementada en áreas de empleados que es  $e=0.11\text{ m}$  en vez de  $e=0.10\text{ m}$ , para completar el área aproximada de  $305\text{ m}^2$  de concreto pulido, se requerirán aproximadamente  $V=3.05\text{ m}^3$  de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$   
Ver cálculo  $(30.5\text{ m}^2)$

$(305\text{ m}^2 \times 0.10\text{ m}) = 30.50\text{ m}^3$   
 $(305\text{ m}^2 \times 0.11\text{ m}) = 33.55\text{ m}^3$  }  $3.05\text{ m}^3$   
Adicionales para generar la misma área!

Por lo cual se consultó con la supervisión y se pagasa el valor del concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  en áreas de metros equivalentes. OK

*[Firma]* [Firma]

El día sábado 17 de Octubre, las actividades de obras exteriores así como el día de hoy, lunes 19 del corriente por el mal tiempo se han visto afectadas las siguientes actividades:

- Adoquinado de Estacionamiento Norte ✓
- Muro de zona de carga (compactación lateral) ✓
- Excavación área de predios y colocación de base de suelo cemento ✓

Las actividades internas se mantienen normales.

\* Solicito que mientras el suelo este saturado, las máquinas no se desplacen porque hacen lodasol. Y también, que el personal de adoquinado se pueda incrementar para salir pronto del sector norte y entrar al sur al concreto (alta impermeación).

[Firma]

Contacto Impresores - PBX: 2235-7951  
98 de 50J. Tiraje del 251 al 500 - (07-2015)

Original: Blanco  
Duplicado: Celeste  
Triplicado: Amarillo



## ANEXO 11

Acta de Recepción de Obra  
Presenta:

**ACTA DE RECEPCIÓN DE OBRA TERMINADA**

**PROYECTO:**

**UBICACION:**

**PROPIETARIO (CLIENTE):**

**DISEÑO:** <sup>(1)</sup>

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

**JEFE DE PROYECTO:**

**FECHA DE TERMINACION DE LA OBRA:**

Por este medio **XXX S.A. de C.V.** representada por, \_\_\_\_\_; quien en lo que sigue del presente acto se denominará **CONTRATISTA** y \_\_\_\_\_; por parte del **PROPIETARIO** que también se denomina **CLIENTE**

1. Que en virtud de contrato de obra establecido entre EL CLIENTE y EL CONTRATISTA, se ha llevado a cabo la construcción de la obra identificada en el encabezado de esta acta, realizada a conformidad según planos y especificaciones entregadas.
2. Que el Residente de la obra y el representante del Contratista, conjuntamente, han emitido la recepción final de la obra, autorizado en fecha \_\_\_\_\_
3. Que el Constructor ha preparado y entrega la documentación de la obra ejecutada que el Cliente recibe.

**SE HACE CONSTAR**

**Primero:** Que por la representación del Contratista se hace **formal entrega** en este acto a la representación del proyecto por parte de **ORG Arquitectura Construcciones** de la obra identificada en el encabezado y esta ha sido realizada con materiales nuevos y en perfecto funcionamiento.

**Segundo:** Que se entregan en conjunto con esta acta los manuales de operación y/o mantenimiento además de la garantía de buena obra por un período de un año a partir de la fecha antes mencionada.

**Tercero:** La representación del proyecto declara que, **Recibe la obra terminada y a su satisfacción.**

Se recibe la obra a reserva de la debida subsanación de los generados por vicios ocultos, y que habrá de tener lugar dentro del plazo de **30 días** a contar a partir de la fecha de hoy.

Esta recepción incluye TODA la obra adicional ejecutada hasta la fecha.

**Cuarto:** Por la representación del Contratista se manifiesta que, en cumplimiento a la garantía de buena obra se adjunta a esta acta la **FIANZA DE GARANTIA** correspondiente al 10% del importe total de la ejecución de la obra con vigencia de **12 meses** a partir de la fecha en la que se suscribe esta acta.

Así lo otorgan por ejemplar cuadruplicado y a un solo efecto, en fecha y lugar consignado más arriba.

**FIRMAN LOS COMPARECIENTES**

## ANEXO 12

Ejemplo de orden de cambio.

**INVERSIONES E & M S.A DE C.V**

San Salvador, lunes 28 de julio de 2014.

**Arg. Carlos Argueta.**

Representante Legal de ARG S.A DE C.V

Empresa de Supervisión externa.

Proyecto: "CONCRETO HIDRAULICO SOBRE CALLE PASAJE N°1 COLONIA SAN LUIS SAN MARTIN, SAN SALVADOR".

**SOLICITUD DE ORDEN DE CAMBIO Y PARTIDA ADICIONAL.**

Saludos cordiales señores Alcaldía Municipal de san Martin deseándoles éxitos en sus labores en pro del desarrollo municipal, que a diario desempeñan. El motivo de la presente es para solicitar cambio de las siguientes partidas en aumento y de otras en disminución según detalle:

Al ejecutar la obra en campo se realizaron mediciones exactas a las diferentes áreas de concreto que existen en el plan de oferta se vieron disminuidos en 118.77 m<sup>2</sup>; y las juntas de dilatación también disminuyeron en 62.34 metros lineales. Por lo cual nuestra empresa decidió realizar mediciones exactas bajo la supervisión externa pagada por la alcaldía para reflejar y poder cobrar en la liquidación del proyecto las cantidades exactas de la capa de rodadura de concreto Hidráulico con Mr.=36 kg/cm<sup>2</sup>, así como de sus juntas de dilatación.

La cantidad expuesta en el plan de oferta para la construcción de cordón cuneta, era inadecuada por lo que la cantidad real ejecutada fue mucho mayor que la que se pide en el plan de oferta en 231.88 metros lineales.

N°	PARTIDA	OBRA CONTRATADA				VARIACION DE PARTIDAS				CAMBIO SOLICITADO			
		CANTIDAD	UNID	C. U.	TOTAL	AUMENTO		DISMINUCION		CANTIDAD	UNID	C. U.	TOTAL
						CANTIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO				
3	<b>INFRAESTRUCTURA VIAL Y DRENAJES</b>												\$53,076.12
3.1	Concreto Hidraulico Mr=36 Kg/cm <sup>2</sup> F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> , e = 10 cms.	1304.04	m <sup>2</sup>	\$ 32.45	\$ 42,316.10			118.77	\$3,854.09	1184.27	m <sup>2</sup>	\$ 32.45	\$ 38,429.56
3.2	Junta de dilatacion del concreto 1/4"	832.14	ml	\$ 3.88	\$ 3,228.70			62.34	\$241.88	767.80	ml	\$ 3.88	\$ 2,979.06
3.3	Cordon Cuneta de piedra	180.30	ML	\$ 24.32	\$ 4,384.90	231.88	\$5,639.33			412.18	ML	\$ 24.32	\$ 10,034.22
3.4	Canaleta en u de piedra	67.5	ML	\$ 27.21	\$ 1,836.68			67.50	\$1,836.68	0	ML	\$ 27.21	\$ -
3.5	Remates de piedra de 0,30 m.x0,40 m.	37.96	ml	\$ 34.42	\$ 1,306.58					37.96	ml	\$ 34.42	\$ 1,306.58
3.6	Badén de piedra	10	m <sup>2</sup>	\$ 33.67	\$ 336.70					10	m <sup>2</sup>	\$ 33.67	\$ 336.70

Agradeciendo mucho sus consideraciones y su comprensión me despido de ustedes.

Att. **Ing. Elías Mendoza Sigüenza.**

Representante Legal de Inversiones E &amp; M S.A de C.V

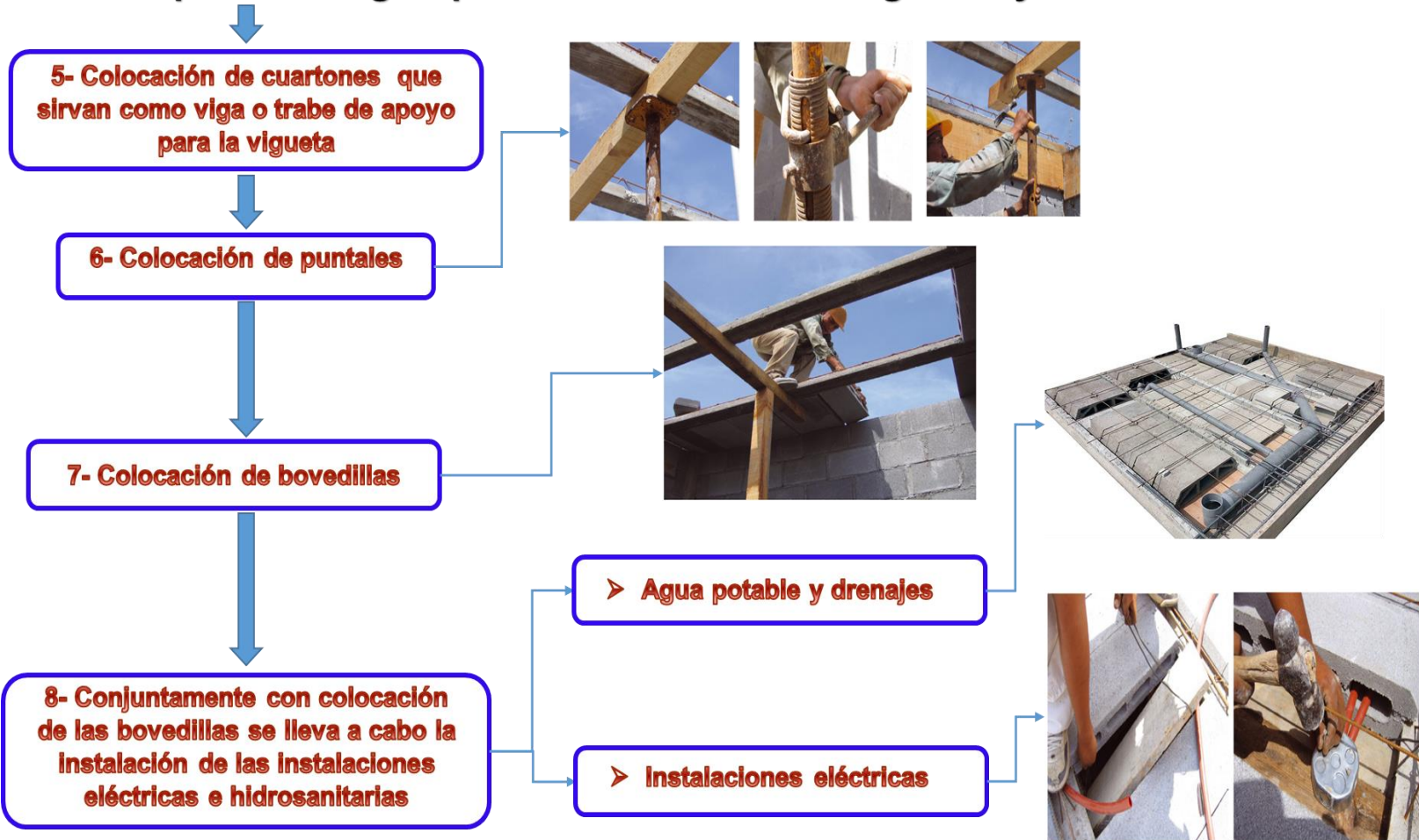
Empresa Constructora.



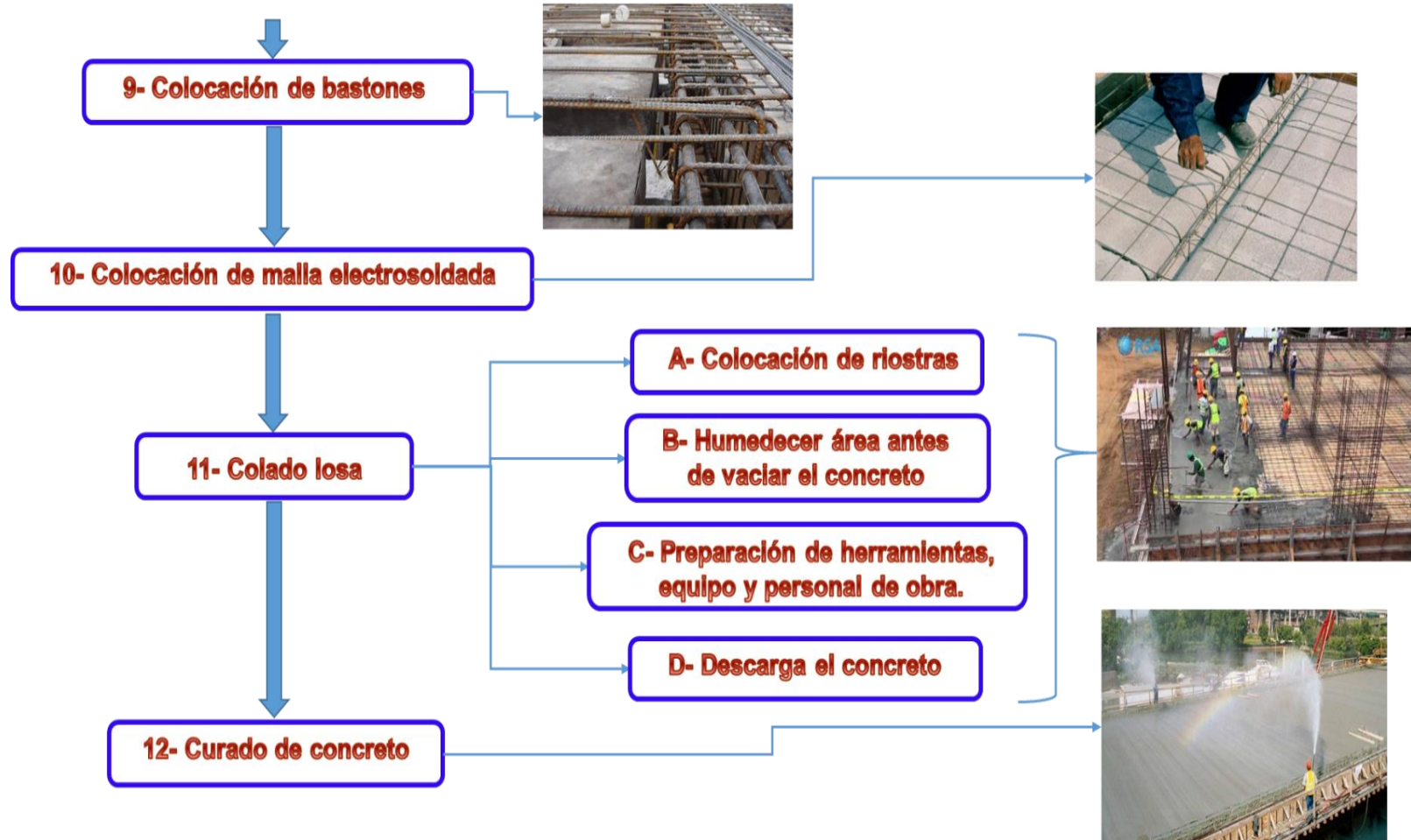
## ANEXO 13

**pasos a seguir para la instalación de viguetas y bovedillas**

## pasos a seguir para la instalación de viguetas y bovedillas



## pasos a seguir para la instalación de viguetas y bovedillas



## APENDICES

APENDICE 1

Pregunta	Resultados			Hipótesis		Criterio indicador
		Frecuencia	Porcentaje (%)	Se comprueba	No se comprueba	
1) ¿El ingeniero residente sigue un plan de ejecución que le otorga la empresa?	Si	10	77	Se comprueba		Queda establecido que la empresa constructora realiza el plan de ejecución en edificios altos
	No	3	23			
2) ¿Cómo hacen uso de la bitácora durante ejecutan el proyecto?	Registro de actividades	3	23	Se comprueba		Se confirma que la bitácora contiene los registros principales necesitados.
	Tiempos de ejecución	2	15			
	Retrasos	3	23			
	Acuerdos	5	39			
3) ¿Tiene problemas el ingeniero residente, el supervisor y otros, con el uso de la bitácora?	Si	4	31	Se comprueba		No hay ninguna entre los profesionales que usan la bitácora
	No	9	69			
4.1) ¿Los planos constructivos (contractuales) se siguen tal como se autoriza al inicio de la construcción?	Si	7	54	Se comprueba		Los planos iniciales contractuales de común acuerdo se siguen como tal, pero los ingenieros residentes realizan cambios a esos planos en los proyectos en ejecución
	No	6	46			
4.2) ¿El ingeniero residente es el responsable de realizar los	Si	7	54	Se comprueba		Los ingenieros residentes realizan cambios a los planos,

cambios en los planos, en el transcurso del proyecto?	No	6	46			siempre que no exista un departamento de dibujo en campo; o esos son muy pequeños
5) El ingeniero residente con la supervisión, el propietario, la gerencia, a su criterio, ¿qué es lo más relevante que deben saber en el seguimiento del proyecto?	Avance en la ejecución de obra	3	24	Se comprueba		Para las partes involucradas en un proyecto de construcción, principalmente deben saber del retraso y las medidas correctivas para ello
	Retraso de programación de obra	5	38			
	Posibles soluciones a problemas en la obra	5	38			
6) Según su experiencia ¿qué tipo de problemas ha tenido la empresa constructora/ ingeniero residente, con los pedidos de materiales o suministros?	Atraso en la entrega de materiales	7	54	Se comprueba		De lo planificado por el ingeniero en tiempo de compra de materiales, los proveedores en la mayoría de ocasiones son los que causan retraso en la entrega
	Entrega de materiales de mala calidad	1	8			
	Entrega de material diferente al que se ha pedido	3	23			
	Cantidad de materiales entregados inexactos	2	15			

7) ¿Hay un plan de seguridad ocupacional formulado y aplicado por el ingeniero residente en un proyecto de construcción?	Si	8	62		No se comprueba	En este tipo de construcción el ingeniero residente no formula ni aplica un plan de seguridad debido a que existe un profesional asignado para esta área
	No	5	38			
8) ¿Hay manual/instructivo propio de la empresa constructora para concientizar a los trabajadores del uso de equipo de seguridad?	Si	7	54		No se comprueba	Las empresas constructoras no tienen un manual porque existe un profesional para esta área, propio de la empresa o subcontratado
	No	6	46			
9) Si se dan problemas administrativos en la finalización de la obra ¿el ingeniero residente está involucrado en estas actividades administrativas?	Si	10	77		No se comprueba	El ingeniero residente está involucrado en actividades administrativas en la finalización del proyecto, porque él es el profesional referente en toda la ejecución desde el inicio del desarrollo del proyecto
	No	3	23			
10) ¿El ingeniero residente desempeña más funciones administrativas o más técnicas, en un proyecto de construcción?	Administrativa	6	46		No se comprueba	El puesto del ingeniero residente está más involucradas en cumplir funciones más técnicas que administrativas en la construcción de edificios altos
	Técnica	7	54			

11) ¿El ingeniero residente da seguimiento para controlar los costos de obra, según lo previsto por el proyecto?	Si	12	92	Se comprueba		El ingeniero residente da seguimiento y controla costos en un proyecto de construcción
	No	1	8			
12) ¿Le corresponde al ingeniero residente actualizar la programación de la obra de un proyecto de construcción?	Si	11	85	Se comprueba		Le corresponde al ingeniero residente actualizar el programa en el transcurso del proyecto
	No	2	15			
13) En la adjudicación de subcontratos de obra para un edificio alto, ¿es relevante el criterio del ingeniero residente?	Si	9	69		No se comprueba	El criterio del ingeniero residente dando sus opiniones, llega a determinar en parte las decisiones de adjudicación del proyecto
	No	4	31			
14) ¿Cómo ingeniero residente, realiza usted las estimaciones de obra?	Si	10	77	Se comprueba		Él es el encargado directo de calcular y realizar las estimaciones de obra
	No	3	23			
15) Con los trabajos extras en obra, solicitados por el propietario, ¿El ingeniero residente es responsable de realizar las actividades administrativas de estas obras en un proyecto de construcción?	Si	8	62		No se comprueba	Con los trabajos extras, técnicamente el ingeniero residente realiza la mayoría de actividades administrativas para llevar a cabo esos trabajos
	No	5	38			



## APENDICE 2

### “ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS DEL INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES”

Carrillo Mejía, Juan Carlos; Chicas  
Pleitez, Jorge Alberto; Mejía  
Escobar, Joel Eduardo.

El ingeniero residente debe ser un profesional capacitado y competente para cumplir con las responsabilidades propias de su puesto; sobre todo, en proyectos muy demandantes como la construcción de edificios altos; ¿hasta dónde llegan estas responsabilidades y funciones?, ¿qué le corresponde y qué no para el buen desarrollo del proyecto? Estas y otras interrogantes son las que se buscan resolver en este trabajo de graduación, el cual se divide en tres partes principales: investigación bibliográfica, estudio de campo y la propuesta metodológica.

En la investigación bibliográfica se recabó información existente con respecto a las responsabilidades y

funciones del puesto de ingeniero residente, y cómo él debe desenvolverse asumiendo su puesto. Esto, para el planteamiento de las hipótesis y la formulación de las preguntas que se realizaron en el estudio de campo, donde se recabó información para comprobar si lo investigado bibliográficamente se cumple en la realidad; si las hipótesis planteadas se comprueban o no se comprueban.

En la propuesta metodología se describen las actividades y funciones que debe desempeñar el ingeniero residente en la construcción de un edificio. De todas las partidas que se realizan en la construcción de un edificio, se seleccionó solamente la partida de losas aligeradas como ejemplo de aplicación.

Aquí se presentan documentos importantes que deben conocer, como planos y especificaciones técnicas, presupuestos, cronogramas de actividades, cotizaciones, etc., la descripción técnica para la instalación de losa aligerada y todas las actividades

administrativas y técnicas que desarrolla el ingeniero residente en el transcurso de esa partida.

Al final se plantean las conclusiones y recomendaciones correspondientes al tema.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **OBJETIVOS**

##### **OBJETIVO GENERAL.**

Dar una propuesta metodológica de las principales actividades administrativas y técnicas que aplica el ingeniero residente constructor, en la gestión y ejecución de proyectos de edificios habitacionales altos hasta diez niveles.

##### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- ✓ Describir las distintas actividades administrativas y técnicas que son responsabilidad del ingeniero residente constructor de edificios altos habitacionales, hasta diez niveles.
- ✓ Detallar el desempeño del ingeniero residente en obra; para el control de todas las

actividades que le compete en la ejecución del proyecto de edificios altos.

- ✓ Proponer las funciones actuales que se aplican en la realidad; particularmente, en los edificios altos en ejecución, en lo administrativo y técnico correspondiente al puesto ingeniero residente constructor.
- ✓ Ejemplificar la aplicación de los contenidos de la propuesta metodológica, respecto al puesto de ingeniero residente, en el caso de una obra en ejecución o proyecto específico de un edificio alto.

##### **ALCANCE**

Desarrollar una orientación actualizada, administrativa y técnicamente, para ejercer el puesto de ingeniero residente constructor; por ejemplo, en las distintas actividades, basadas en procedimientos metodológicos que conllevan a los ingenieros civiles a conocer bien, todos los aspectos administrativos y técnicos, y

responsabilidades que debe tener y asumir en un caso de edificio habitacional alto, en sus distintas labores y tareas que un proyecto de construcción requiere; todo esto, contenido en una propuesta metodológica estructurada, como lo indica el tema de este trabajo de graduación.

#### LIMITACIONES

La agilidad con que las instituciones y empresas profesionales

gestiones administrativas que pertinentemente contenga la propuesta estructurada y actualizada en el puesto de ingeniero residente constructor de edificios altos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Definición y descripción de los conceptos básicos a aplicar.

#### LAS PRINCIPALES FUNCIONES DEL INGENIERO CONSTRUCTOR



involucradas en la construcción proporcionen, documentación y entrevistas solicitadas; donde ellos enriquezcan con su experiencia y criterios de decisión respecto a la especificidad de acciones y

O INGENIERO RESIDENTE.

El ingeniero residente realiza funciones administrativas y técnicas. Así, él debe saber aplicar los conocimientos técnicos y

administrativos de su profesión, los cuales deben ser de su dominio y principalmente los técnicos; está capacitado para desarrollar eficientemente las actividades de incumbencia de su puesto, y cumplir con sus obligaciones, y las contractuales del proyecto, de la empresa. De ahí, que estas funciones que desempeña el ingeniero residente son de naturaleza más administrativa y técnica, pero predominantemente administrativas. Así, el ingeniero residente es un gestor y es un ejecutor dentro del sistema de gestión que tiene la empresa.

Dentro de las funciones administrativas más importantes que desarrolla el ingeniero residente están:

- ✓ Tener buenas relaciones profesionales con todas las partes involucradas en una construcción.
- ✓ Cumplir con el control de facturación y seguimiento de los

costos según lo previsto por el proyecto.

- ✓ Controlar la buena aplicación de normas de higiene y seguridad laboral en la obra, cumpliendo con todas las normativas y lo contractual.
- ✓ Actualizar la Planificación y programación de la obra.
- ✓ Mantener la bitácora ordenada y actualizada con el supervisor de la obra.
- ✓ Coordinar y supervisar la realización de los planos de Construcción.
- ✓ Controlar la calidad de los Materiales y Equipos.
- ✓ Garantizar que el personal contratado para el proyecto debe ser mano de obra calificada.

Dentro de las funciones técnicas más importantes que desarrolla el ingeniero residente están:

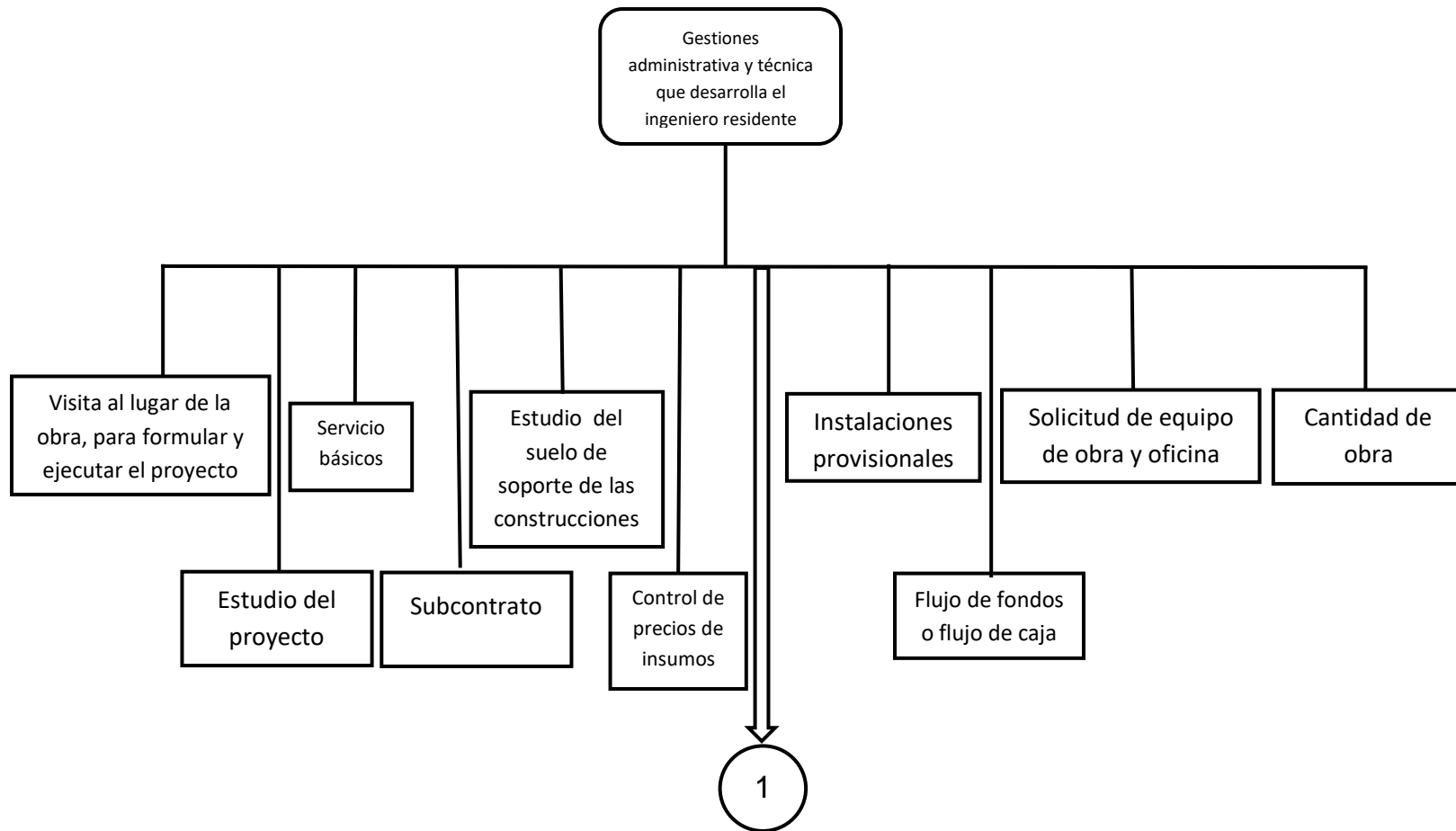
- ✓ Asegurarse que los materiales y equipo que ingresan a la obra satisfacen las normas y especificaciones técnicas.
- ✓ Controlar en la calidad de los procesos constructivos.

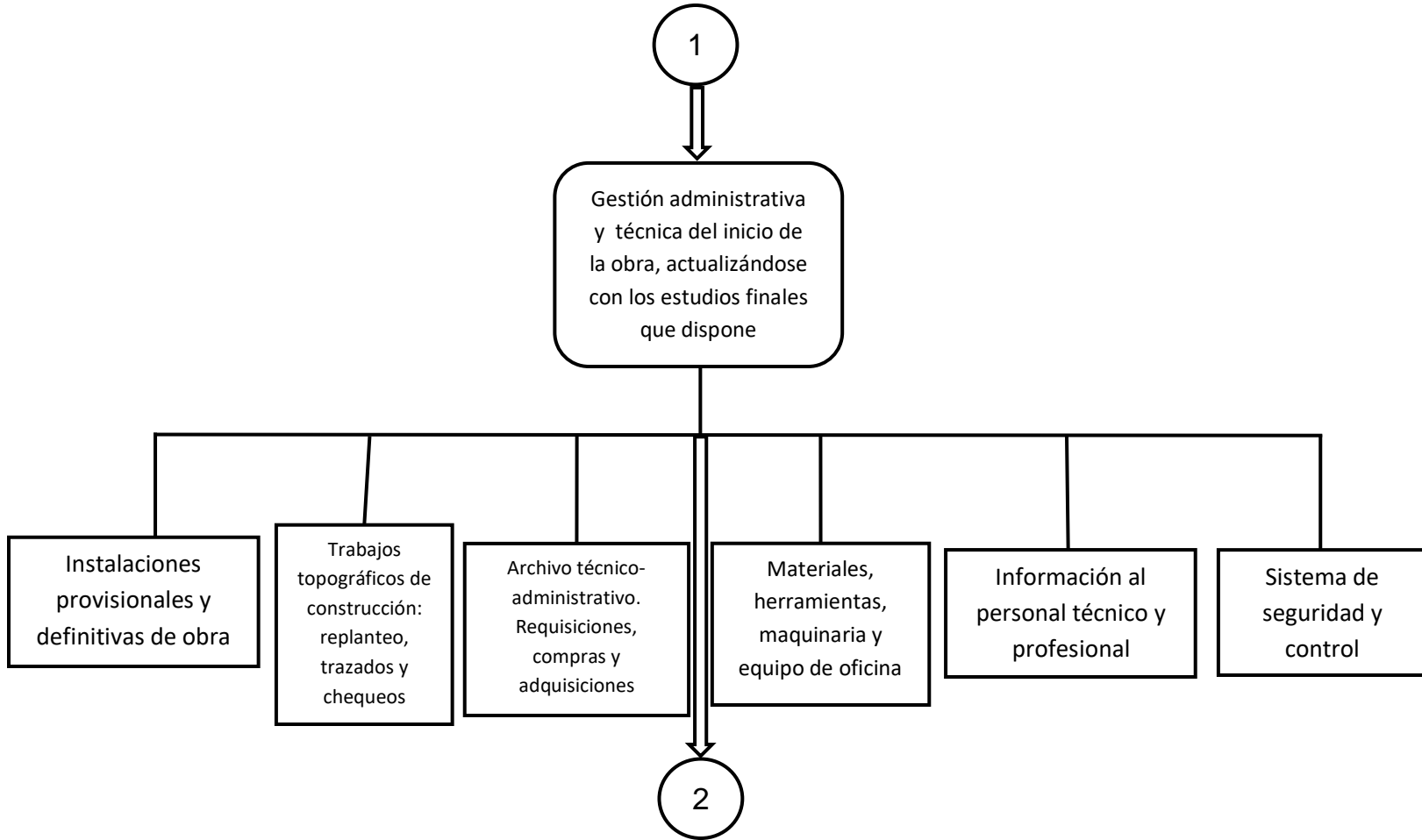
- ✓ Prever y ordenar los muestreos de ensayos de materiales.
- ✓ Ordenar la suspensión de la obra que no se esté ejecutando de acuerdo con lo indicado en los planos constructivos del proyecto aprobado y autorizado.
- ✓ Elegir el Sistema Constructivo más adecuado para el tipo de actividad o tarea a ejecutar en la obra.
- ✓ Garantizar todos los acabados de cada elemento de la obra y de las edificaciones construidas.
- ✓ Apegarse a los planos y especificaciones técnicas para la ejecución de la obra y sus alcances respectivos.
- ✓ Asegurarse que los rendimientos de ejecución de las tareas de cada actividad en la obra se mantengan dentro de las variaciones máximas aceptables.

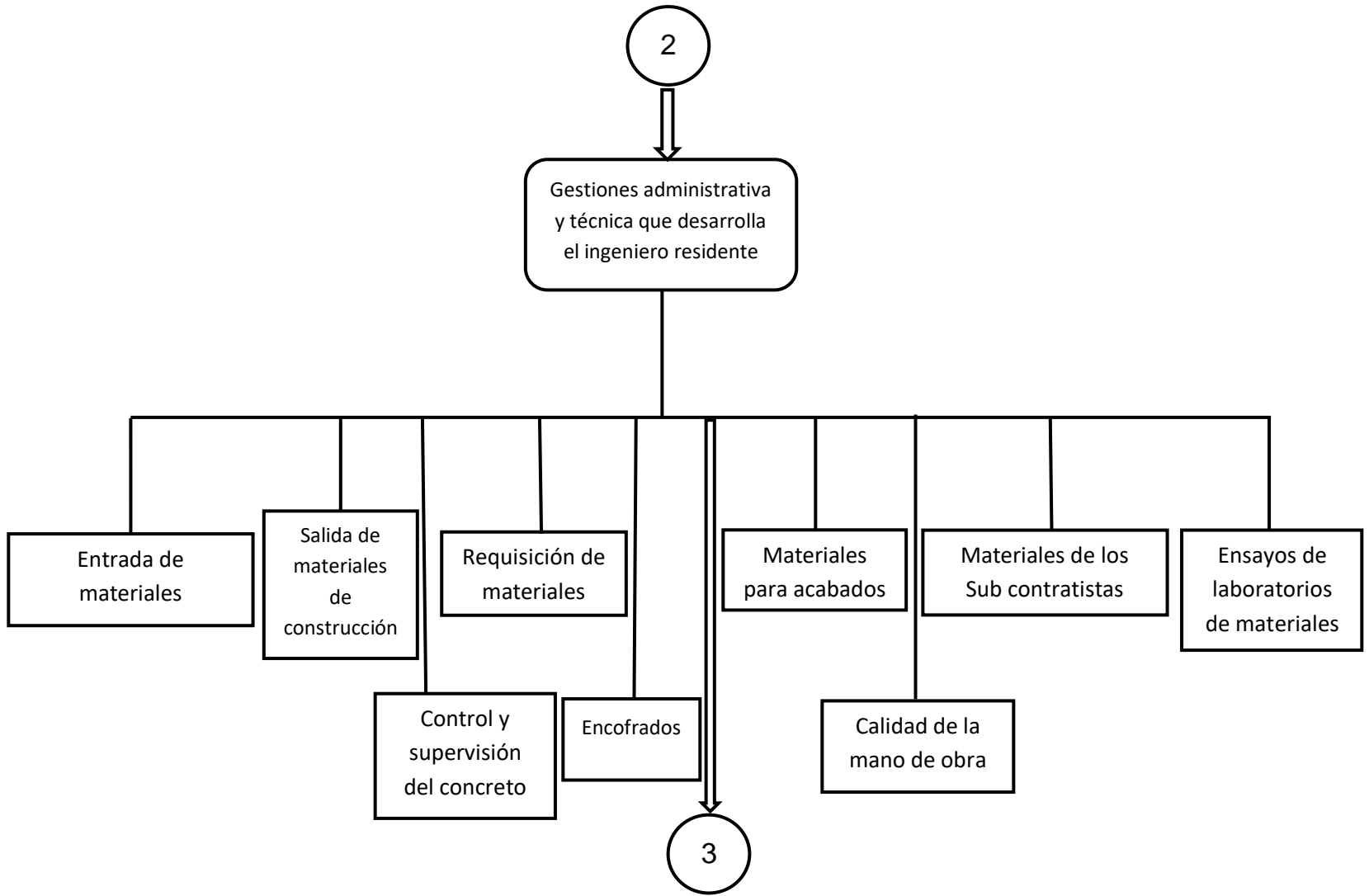
ETAPAS DE DESARROLLO DE LAS FUNCIONES DEL INGENIERO RESIDENTE CONSTRUCTOR DE EDIFICIOS ALTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

En la construcción de todo proyecto de ingeniería civil, en su planeo, se desarrolla un orden lógico para proceder a su ejecución, antes de inicio, inicio, desarrollo o ejecución y finalización de la obra. Por ejemplo, la etapa de fundaciones. Las cimentaciones, requieren preparar el terreno y excavar antes de colocar la armadura del acero de refuerzo, moldes y llenado de concreto, y los elementos monolíticamente preparados para lo demás, en continuidad con la etapa de levantar el esqueletaje principal o alma estructural, del sistema, armadura y tejido in situ, pre armado y ensamble; prefabricados modulares y ensamble, etc.

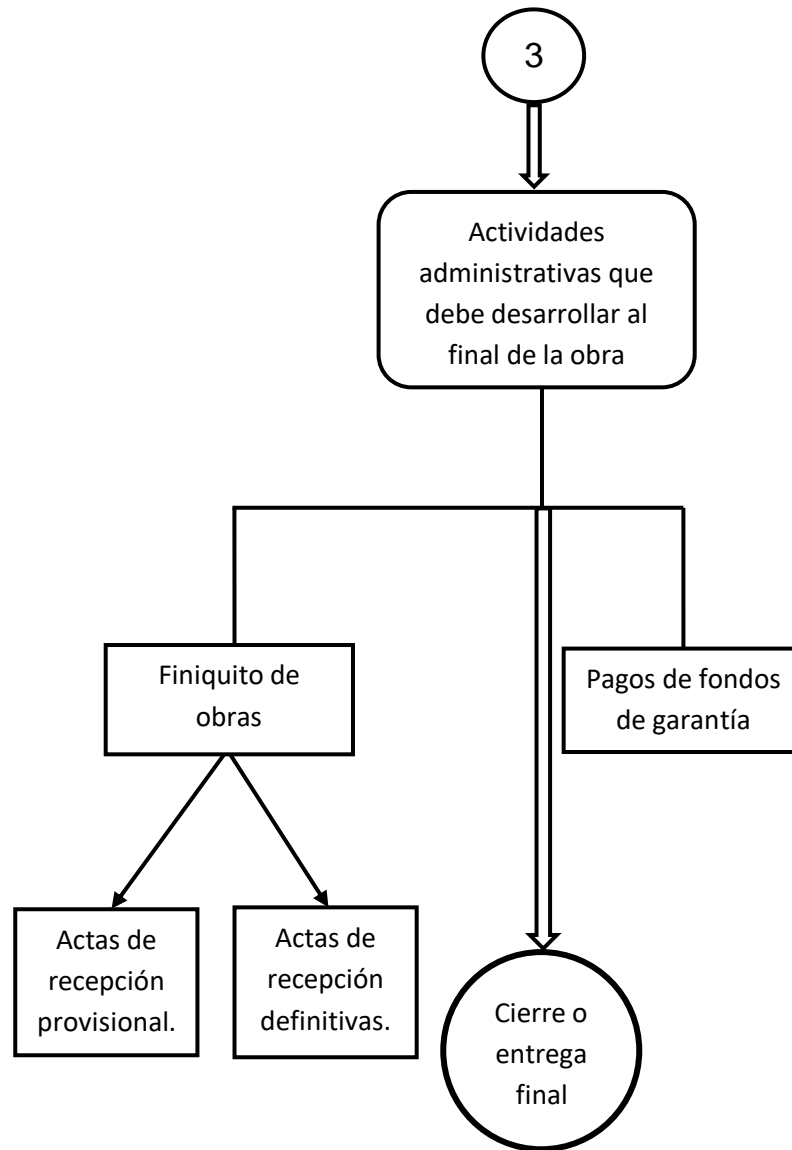
Algunas de las gestiones administrativas y técnicas que desarrolla el ingeniero residente antes del inicio, al inicio, durante y en la finalización de la obra se muestran en el siguiente diagrama











## COMPONENTES DE UN EDIFICIO ALTO Y TECNOLOGÍA QUE USA EN SU CONSTRUCCIÓN.

Los edificios altos, forman parte del paisaje de las grandes ciudades. Han ido contribuyendo a resolver los escasos espacios disponibles en las grandes urbes, y el problema de la creciente densidad poblacional, bien concentrada.

## CONCEPTOS Y DEFINICIÓN DE EDIFICIO ALTO A CONSTRUIR:

### a) Edificio.

Un edificio es una construcción baja o alta hecha a partir de materiales sólidos y que se emplea para alojar a personas y objetos, y para permanecer viviendo; y así mismo, para la realización de actividades de comercio, finanzas, arte, religión.

### b) La estructura principal de un edificio.

Es el sistema esquelético constitutivo principalmente, con la forma y distribución de espacios apropiados al uso para el que se diseñó. Este da la pauta a toda configuración interna y externa de su construcción.

## ACTIVIDADES PREVIAS A LA CONSTRUCCIÓN.

- ✓ Estudio de suelos.
- ✓ Preparación superficial del lugar donde se coloca al edificio.

Entre los componentes más importantes de un edificio alto y tecnología que aplican en su construcción se tiene:

- ✓ Cimentaciones o fundaciones (superficiales y profundas)
- ✓ Sistema estructural y entramados estructurales.
  - Elementos verticales y horizontales. Entrepisos.
  - La estructura en conjunto y modularmente.
- ✓ Estructuras metálicas y de techos.
- ✓ Sistema hidráulico.
- ✓ Sistema eléctrico
- ✓ Sistema de instalaciones especiales

## PROCESOS CONSTRUCTIVOS

En toda obra civil, es necesario que todos los procesos constructivos sean gestionados y supervisados por

el ingeniero residente, ya que éste tiene la facultad para elegir y determinar cada proceso y que sean realizados bien, de la forma que se acordó y decidió en las especificaciones y planos contractuales, reduciendo recursos económicos y tiempos de ejecución.

### **CAPITULO III**

#### **ESTUDIO DE CAMPO PARA PROPUESTA METODOLÓGICA DEL INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICIOS HASTA DIEZ NIVELES**

#### **PLAN PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO.**

En este trabajo de graduación, se aplica la técnica estadística por muestreo para estudiar a cerca de “el ingeniero residente”, el puesto, sus funciones, actividades y responsabilidades; en lo administrativo, principalmente; con el objetivo de indagar, verificar o comprobar y complementar la información que se presupuesta con la hipótesis y demás contenidos teóricos vertidos, contenidos en las

preguntas del instrumento de recolección de información.

Planteamientos de las hipótesis e identificación de variables dependientes e independientes.

✓ Hipótesis primaria.

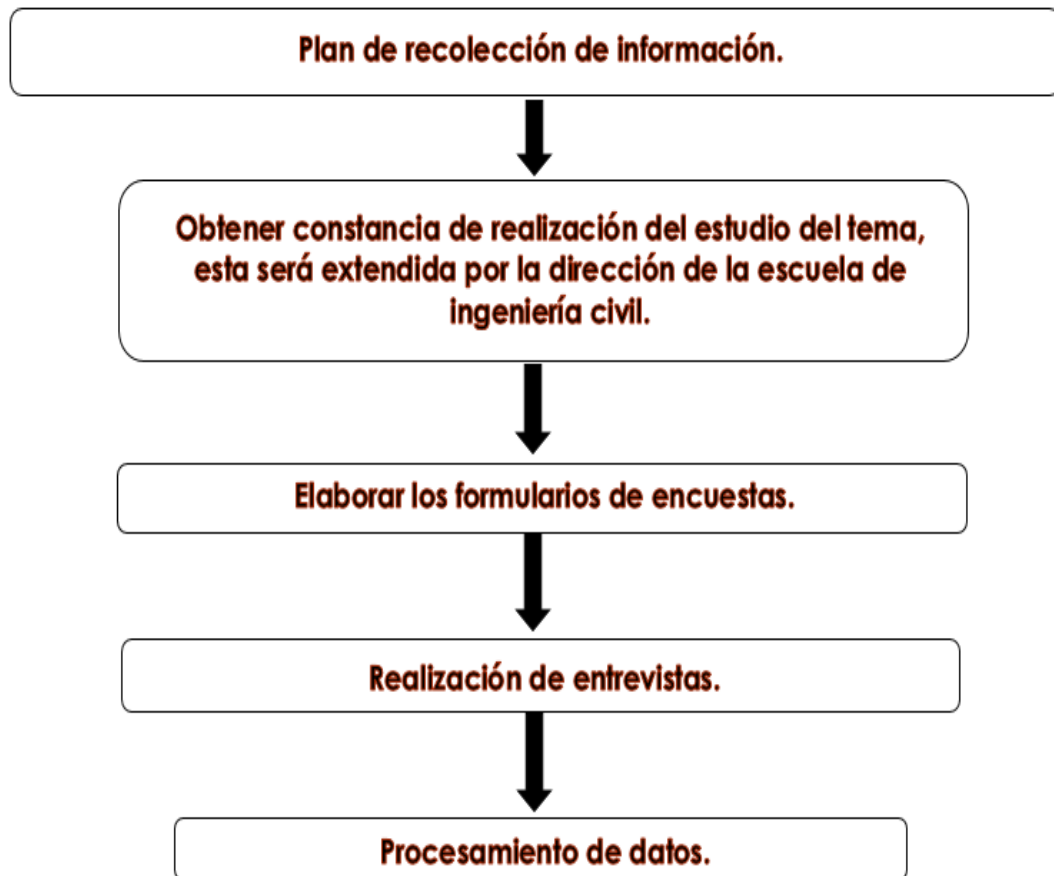
“El ingeniero residente en edificios altos cumple, principalmente, funciones administrativas”

✓ Hipótesis secundaria.

“El ingeniero residente en edificios altos controla y da seguimiento a costos contractuales”

Se realiza un diseño estadístico para seleccionar, de una población de 51 empresas constructoras, la muestra “n” y con la muestra seleccionada se eligen las empresas por medio de un sorteo aleatorio simple

Los pasos a seguir en el estudio de campo se muestran en el diagrama siguiente:



**CAPITULO IV**  
**PROPUESTA METODOLOGICA**  
**DE LAS PRINCIPALES**  
**ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS**  
**Y TÉCNICAS QUE APLICA EL**  
**INGENIERO RESIDENTE**  
**CONSTRUCTOR.**

En innovación tecnológica de los sistemas constructivos de edificios altos, las losas aligeradas de los entresijos son elementos importantes de los sistemas convencionales de soporte de carga, incluyendo el peso propio.

Existen diferentes tipos de losa aligerada, pero los criterios utilizados para la selección de esta partida son el costo y el tiempo.

**GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y TÉCNICA QUE DESARROLLA EL INGENIERO RESIDENTE APLICADO A LOSAS ALIGERADAS**

Dentro de las principales gestiones administrativas y técnicas del ingeniero residente en la partida de entresijos aligerados en edificios están:

- ✓ Análisis y revisión de planos constructivos, especificaciones

técnicas y cronograma de actividades en obra a ejecutar.

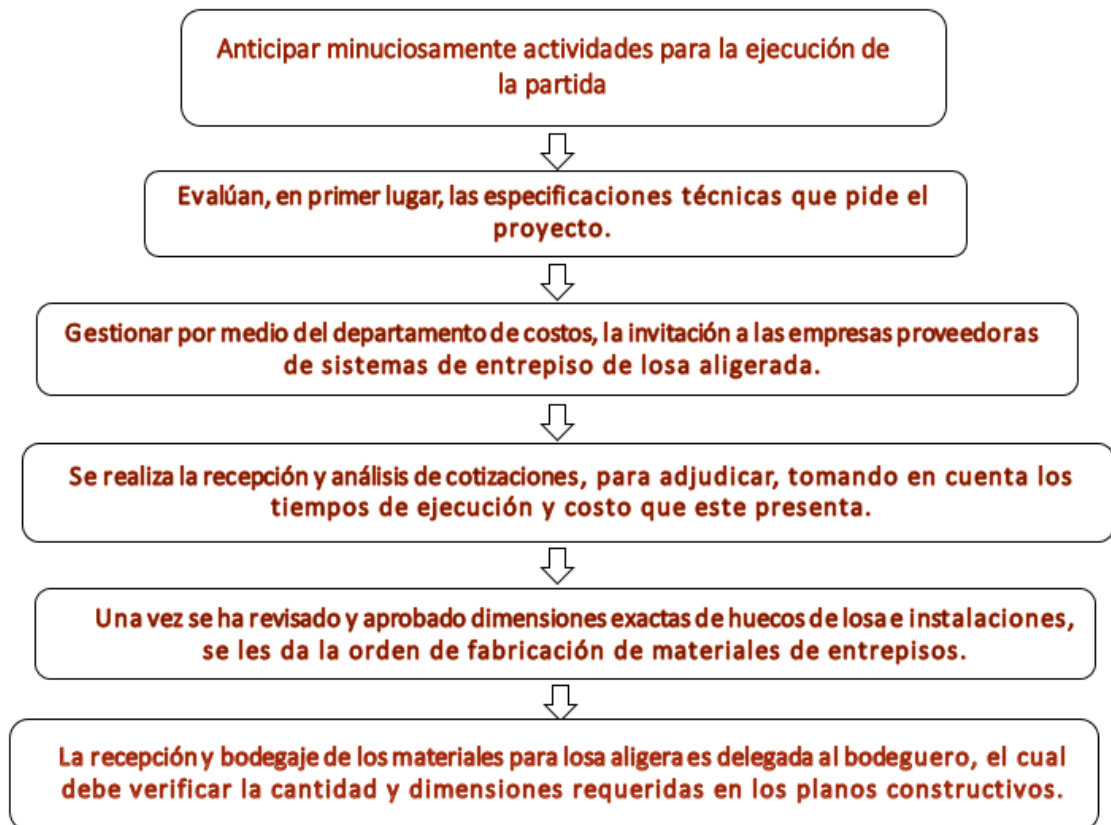
- ✓ Revisión de presupuesto.
- ✓ Requerimiento y análisis y adjudicación de ofertas a proveedores.
- ✓ Selección del proceso constructivo más eficiente.
- ✓ Almacenamiento en bodega de equipo y materiales.
- ✓ Información al personal técnico y profesional.
- ✓ Supervisión del proceso constructivo y programa de obra.
- ✓ Supervisión de la seguridad ocupacional.
- ✓ Recepción de obra.
- ✓ Control de costos de obra.
- ✓ Estimaciones de obra.

**DESARROLLO DEL CASO APLICADO PARA EDIFICIO DE OCHO NIVELES.**

Aquí se desarrollan las actividades administrativas y técnicas de un edificio de ocho niveles con losa aligerada VT1-20. El análisis se hace a tres niveles el segundo, quinto y octavo nivel.

Se presenta la documentación necesaria para el desarrollo de la partida, los pasos a seguir para la instalación de los elementos de losa aligerada y por supuesto la parte administrativa que le corresponde desarrollar al ingeniero residente.

De forma resumida se presenta el siguiente diagrama con las actividades del ingeniero residente en la partida de losa aligerada



### APENDICE 3

COMO LOS COLABORADORES DEL INGENIERO RESIDENTE DEBEN RESPONDER ANTES LAS ACTIVIDADES DENTRO DE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

Experiencia en campo<sup>42</sup>, de inspector de laboratorio por parte del Bachiller Jorge Alberto Chicas Pleitez, y su relación profesional con el Ingeniero residente.

Todas las pruebas de laboratorio que se realizan en campo, densidad de campo, revenimiento de concreto, temperatura de concreto, elaboración de cilindros y viguetas de concreto, elaboración de cubos de mortero, prueba de revenimiento en MRBC (lodocreto), elaboración de cilindros de MRBC, y hechura de prismas de grout; se informa de su elaboración de forma inmediata al ingeniero residente, atreves de un formulario de realización de especímenes.

Por lo general, el ingeniero residente no le dice al laboratorista cuándo realizar los muestreos y ensayos, es el laboratorista el que tiene que estar atento cuando se llega a descargar materiales, o cuando se realizan compactaciones de suelo y elaboración de concreto. Salvo en ocasiones especiales, es cuando el ingeniero residente le informa con anticipación al laboratorista de las pruebas que debe realizar; por ejemplo, cuando hay una programación de colado masivo de losa con concreto premezclado, aquí es cuando le indica cuantos cilindros desea muestrear, que por la importancia del colado tienden a ser más.

---

<sup>42</sup> En obra, en proyectos.

Los resultados de las densidades se le entregan al instante al ingeniero residente, mientras que las pruebas a los cilindros, viguetas, cubos de mortero y prismas de grout, se entregan hasta que se han ensayado en laboratorio a los días de su respectiva ruptura. Se le hacen llegar al ingeniero residente por medio del correo electrónico.

Cuando los materiales llegan a la obra, el ingeniero residente le pide al laboratorista que examine de forma visual algunos materiales, que por lo general son la grava, la arena y el suelo de banco, y dar un veredicto rápido si el material es de buena calidad o no, para luego enviarlas a laboratorio y obtener los resultados definitivos.

Se mandan las respectivas muestras de materiales a ensayar los ladrillos de barro cocido, bloques de concreto, varillas de acero, arena, grava, suelo y cemento a utilizar. Después de haber ensayado en laboratorio se mandan los resultados, a través de formularios de ensayo, ya sea que hayan pasado la prueba o no, al ingeniero residente y él toma decisiones de acuerdo con esos resultados.

La experiencia en campo que tuve, fue trabajar de inspector de laboratorio para dos empresas relacionadas al laboratorio de suelos y materiales, F.C. S.A. de C.V., para la cual labore dos años en diferentes proyectos, y SUELOS Y MATERIALES S.A de C.V., en la cual sólo estuve en un proyecto (Imberton-Sol).



#### APENDICE 4

COMO LOS COLABORADORES DEL INGENIERO RESIDENTE DEBEN RESPONDER ANTES LAS ACTIVIDADES DENTRO DE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

Experiencia en campo como encargado de bodega por parte del Bachiller Joel Eduardo Mejía Escobar, y su relación profesional con el Ingeniero residente.

En toda obra de construcción, es necesario que se mantenga una persona encargada de la bodega del proyecto, para poder dirigirla de manera eficiente y responsable, para que no falte ningún material o equipo, y para no detener la obra y siga según lo planeado.

El ingeniero residente de obra, delega esta función a una persona quien debe tener conocimientos y capacidad para llevar este cargo, ya que es de mucha responsabilidad, y compromete a la empresa constructora, por lo tanto, es importante esta labor y el cargo en ese puesto en una obra construcción.

La relación entre el encargado de bodega con el ingeniero residente, juega un papel muy importante en la construcción, ya que por medio de ésta persona (bodeguero) y con la autorización del ingeniero residente, es que se hacen solicitudes de pedidos de materiales y equipo al proyecto a oficina central. Todo esto, se debe tener registrado y documentado en el proyecto, para conocer los gastos que se hacen mensualmente y no sobrepasarse lo presupuestado.

La función del encargado de bodega es:

- ✓ Que se mantenga el material y equipo en bodega, pero no exceder de lo necesario.
- ✓ Mantener la bodega ordenada y limpia.
- ✓ Entregar el equipo y material a los obreros a la hora indicada para laborar, y siempre llevar un control estricto diario.
- ✓ Actualizar la hoja kardex-Inventario de la empresa de las entradas y salidas de material y equipo día a día.
- ✓ Tener un registro o lista del personal de obra de la empresa o subcontratos, para entrega de material y equipo.
- ✓ Poseer un conocimiento a la hora de recibir producto a bodega (cantidad, calidad según especificaciones), para no tener error a la hora de actualizar hoja Kardex-Inventario.
- ✓ Llevar un registro semanal del equipo pesado de la empresa y equipo alquilado, etc.
- ✓ Por políticas de la empresa constructora, es necesario tener el conocimiento de recepción de obra y planillas de obra.

Son funciones que debe de cumplir el encargado de bodega, y todo esto con la autorización del ingeniero residente. Se debe entregar documentado todo

proceso de bodega al ingeniero residente, ya que él recibe y lo verifica y firma tales documentos; por lo tanto, se debe hacer bien el trabajo ya que depende la profesión de ambos.

Tuve la oportunidad de laborar en la empresa ORG ARQUITECTURA CONSTRUCCIONES S.A., encargado de la bodega del proyecto "Imberton-Sol". Realice muchas funciones, ya que depende de la empresa quien lo contrata, no sólo hacia el papel de bodeguero sino también de planillero de obra, es por eso que el encargado de bodega debe tener conocimiento de muchas áreas en la construcción.

El ingeniero residente, está relacionado en gran parte con la bodega, porque ciertos procesos constructivos se necesitan de maquinaria y materiales específicos y con la autorización de él se pueden pedir estos. El ingeniero residente del proyecto estaba pendiente día a día de lo que se hace en bodega, todo para llevar el control, y no se cometa ningún error para no atrasar los objetivos del proyecto.

## APENDICE 5

COMO LOS COLABORADORES DEL INGENIERO RESIDENTE DEBEN RESPONDER ANTES LAS ACTIVIDADES DENTRO DE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

Experiencia en campo de gerente de proyecto por parte del Bachiller Juan Carlos Carrillo Mejía, y su relación profesional con el Ingeniero residente.

El ingeniero residente, como profesional encargado en la obra por parte de la empresa constructora, es necesario que tenga una excelente relación con los demás profesionales involucrados en la obra, tal es el caso de la relación con el gerente del proyecto.

El ingeniero residente, siendo el encargado planear, ejecutar, y controlar las distintas actividades que se llevan a cabo en el proyecto, tiene una relación bien estrecha con el gerente del proyecto, ya que el gerente recibe la información del residente (gastos, avance de obra, estimaciones, etc.) y el gerente traslada esta información al propietario del proyecto.

Se sabe que el ingeniero residente tiene bastante autonomía a la hora de ejecutar cualquier proceso constructivo, pero en actividades más de costos, estimaciones, etc., siempre se tiene que asesorar con el gerente del proyecto.

Como estudiante y propietario de una empresa constructora llamada CONSTRUCTORES CARRILLO. He tenido la oportunidad de ser el gerente de proyectos en 4 ocasiones. Las detallo a continuación.

- 1) DISEÑO-CONSTRUCCION DE 90 BODEGAS PARA MR.BODEGUITAS  
( JUNIO-JULIO-AGOSTO 2014)
- 2) REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL TORRES ESCUELA AMERICANA  
(NOVIEMBRE-DICIEMNBRE 2014).
- 3) CONSTRUCCION DE RESIDENCIA RAMOS (MAYO-JUNIO-JULIO-  
AGOSTO 2015).
- 4) DISEÑO-CONSTRUCCION BODEGA SE MATERIAS PRIMAS  
(AGOSTO-SEPTIEMBRE-OCT-NOV-DICIEMBRE 2015).

Mi relación con el ingeniero residente fue siempre muy cercana, se le daban órdenes para que presentara los avances de obra, estimaciones, costos, reportes técnicos, etc., y así el ingeniero residente las llevaba a acabo cumpliendo estas actividades.

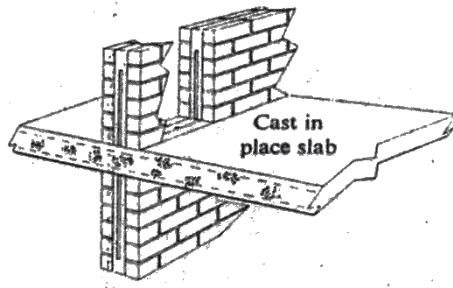
La relación en este caso era más de carácter administrativo, es decir, más de documentos e información relacionada con el proyecto de construcción.

El ingeniero residente juega un papel fundamental con la información que le llega al cliente por medio del gerente, en este sentido las actividades administrativas

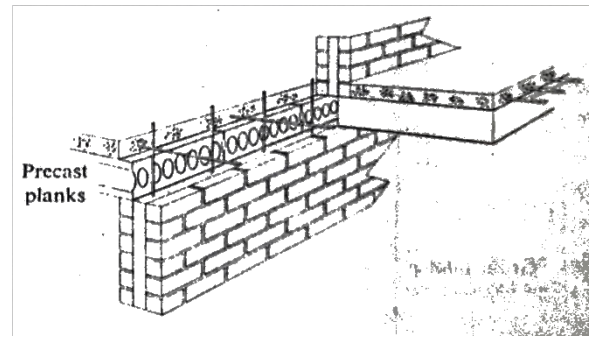
y técnicas deben de realizarse muy responsablemente y de la manera más profesional.

## APENDICE 6

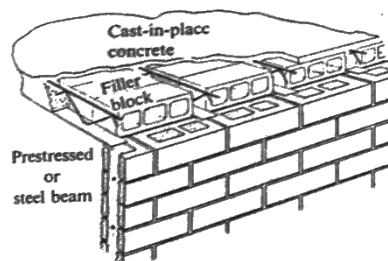
### DETALLES DE CONEXIONES EN LOSAS ALIGERADAS



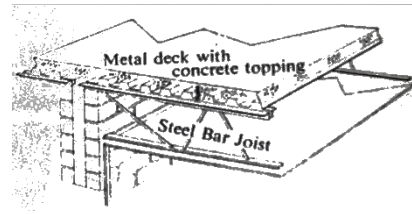
Losas coladas in situ fácilmente unen paredes y pisos sin la necesidad de disposiciones de conexiones especiales. Pisos de concreto in situ son ideales para plantas de piso o estructuras de forma irregular.



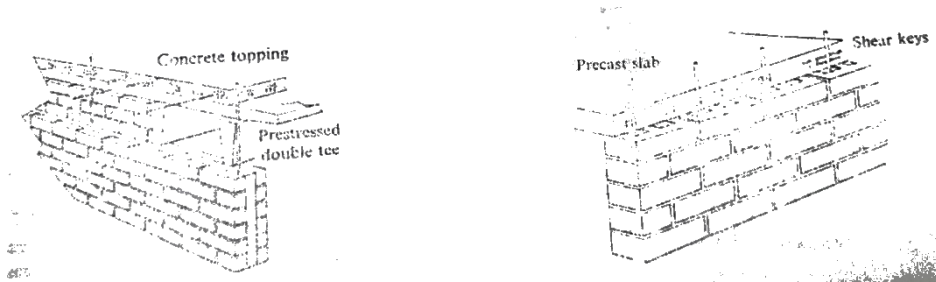
Planchas pretensadas prefabricadas, planta fabricada, pueden ser fácilmente entregadas y montadas en el lugar del proyecto donde hay área de trabajo limitado.



Bloques de concreto y acero pretensado o vigas de concreto pretensado con cubierta de concreto colado in situ es un sistema de pisos económico que es fácil y rápidamente instalada.

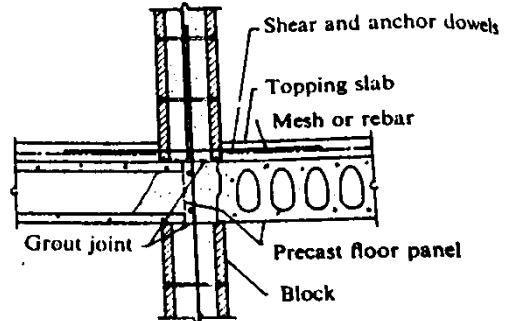
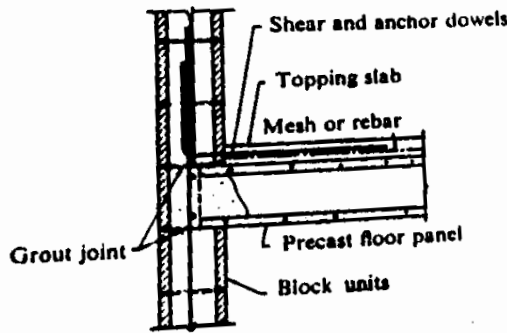


Viguetas de barras de acero de apoyo, ya sea una losa de hormigón o cubierta de acero con capa de concreto provee un pleno espacio para ductos de calefacción y ventilación, fontanería e instalación eléctrica y otras utilidades.



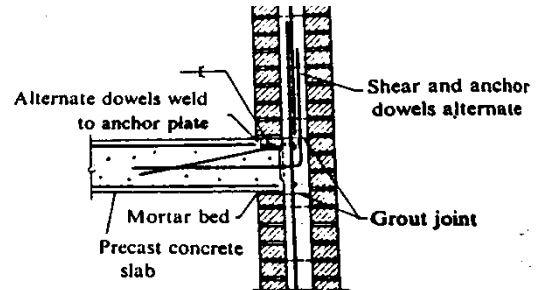
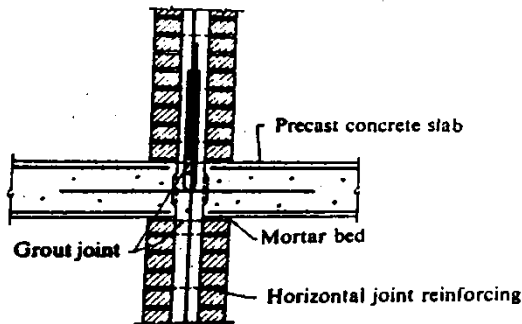
Tees de concreto pretensadas prefabricadas proporcionan grandes luces para áreas grandes que pueden fácilmente ser subdivididas con particiones.

Ascensor de losa es un panel de piso prefabricado que usualmente el espacio de una habitación. Es económica y de rápida instalación. Suficiente área en el lugar de trabajo es necesaria para fundición y erección por la grúa.



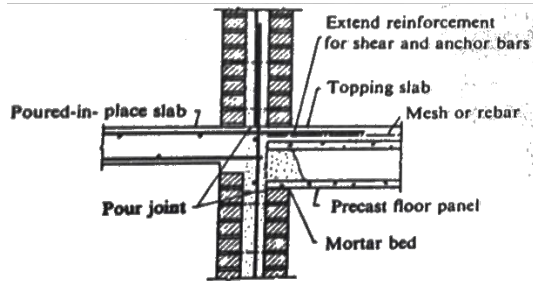
Planchas de piso prefabricado en pared de bloque exterior. Cubierta se cuela después que la pared superior ha sido construida. El acero en la cubierta y la pared tensan la conexión.

Planchas de piso prefabricado en pared de bloque interior. Las planchas cambian la dirección de la carga. La cubierta es colada después que la pared superior ha sido construida. El acero de refuerzo va entre la pared y es anclado a la cubierta de concreto.

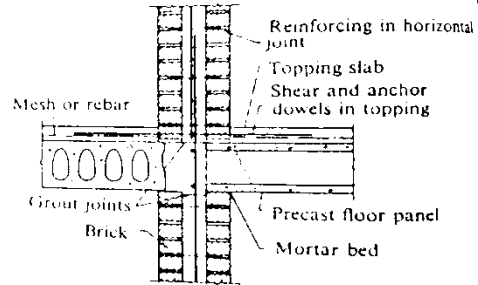




Losas de concreto prefabricado en una pared interior. El acero de la losa es doblado hacia arriba en el espacio de la pared para el grout. No se requiere cubierta de concreto para este sistema de pisos.

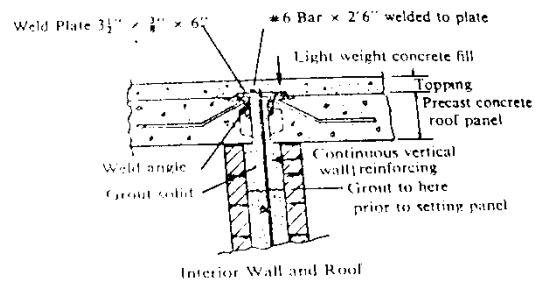
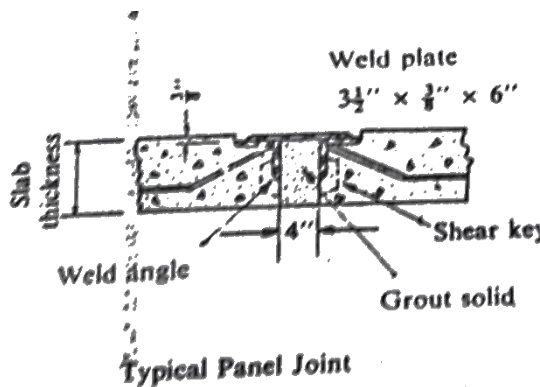


Losas de concreto prefabricado en una pared exterior. El acero de la losa es doblado hacia arriba en el espacio de la pared para el grout. Un detalle de alternativo muestra clavijas soldadas a una placa de anclaje. Estas clavijas son tensadas con el refuerzo horizontal.



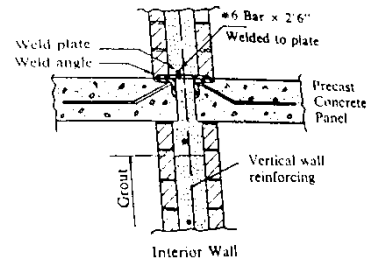
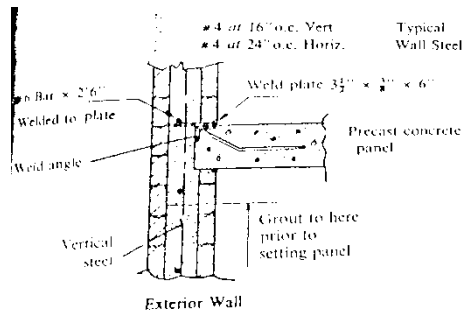
Combinación de planchas de piso prefabricado y losa colada in situ en pared interior. El acero es extendido de la losa de concreto prefabricada a la cubierta de la losa la cual se tensan entre sí.

Planchas de piso prefabricado en pared de ladrillo. Las planchas cambia la dirección del vano. La cubierta es colada después que la pared ha sido construida. El acero de refuerzo va a través de la pared y anclada en la lechada de relleno.



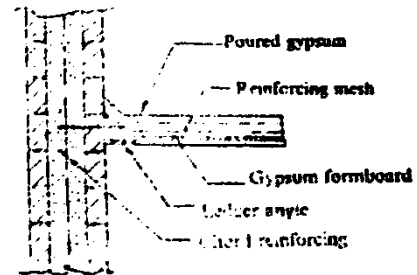
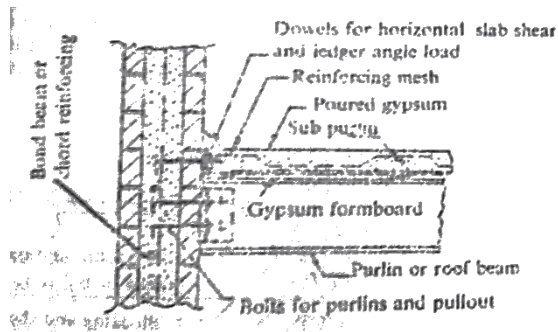
Conexión soldada de dos planchas de piso prefabricadas en la posición intermedia, no a la pared.

Losas de techo con cubierta apoyada por una pared interior. El refuerzo de la pared se extiende entre el espacio de la lechada entre losas. La placa soldada tiene acero transversal soldado a ella.



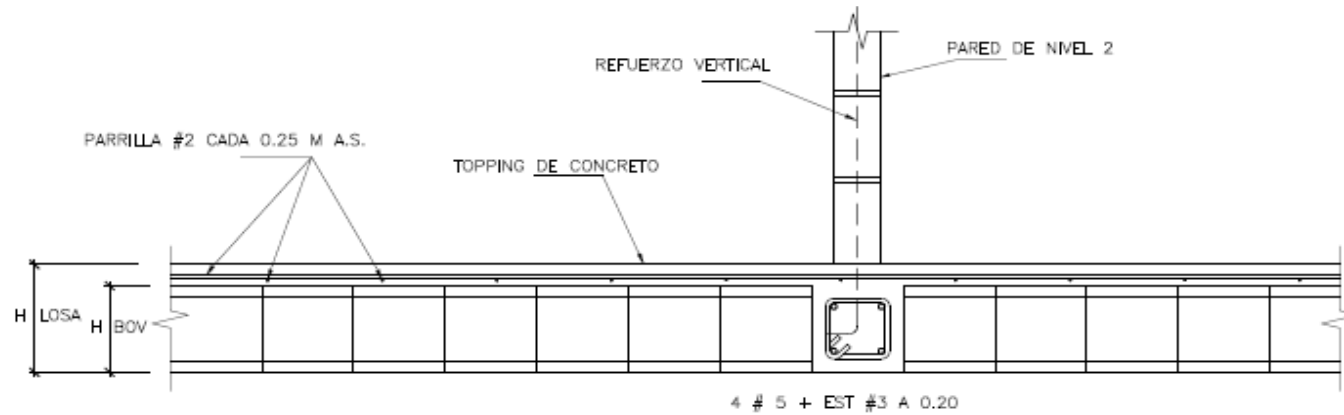
La conexión soldada de la losa prefabricada en una pared exterior. Una barra de refuerzo horizontal en la pared es soldada a la placa de anclaje los cuales están soldados a ángulos embebidos en la losa.

Losas prefabricadas en una pared interior. La placa soldada asegura ambas losas y una barra horizontal esta soldada a las placas.

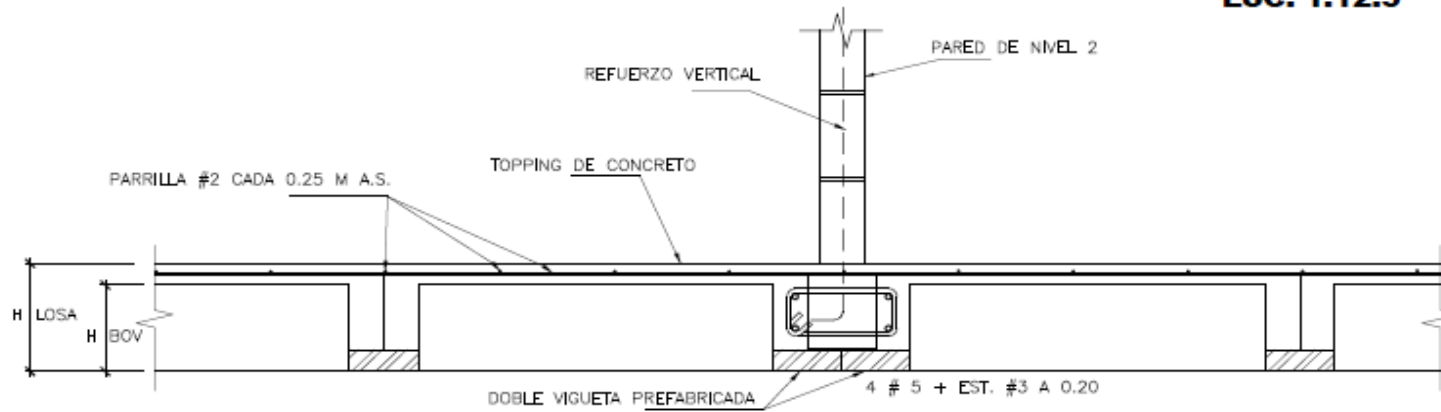


Conexión de correa de acero y techo de diafragma de yeso con pared exterior. La correa apoya el techo de yeso.

Conexión de ángulo de soporte de acero a pared exterior para un techo de diafragma de techo.

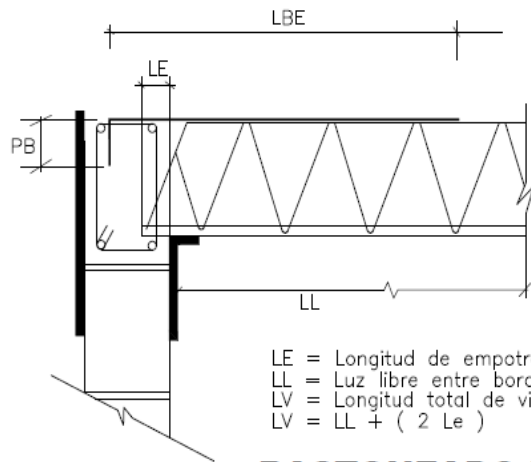


**APOYO DE PARED SOBRE LOSA - PARED PERPENDICULAR A VIGUETA**  
**ESC. 1:12.5**

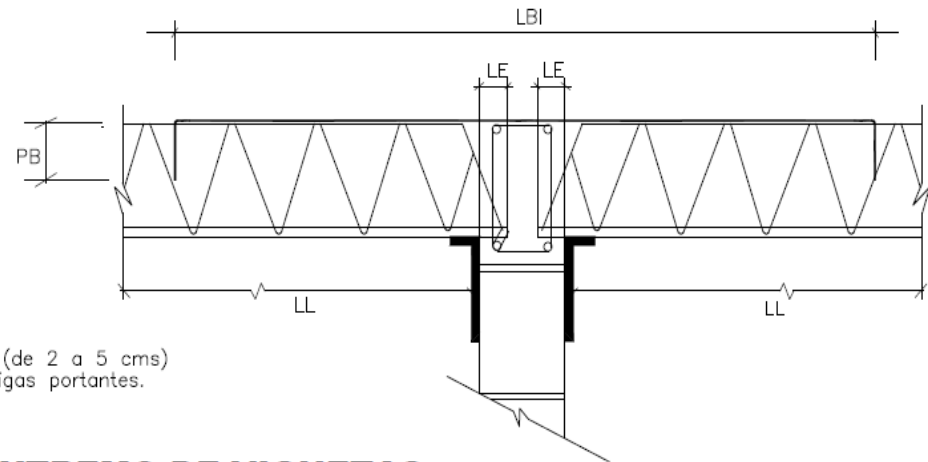


**APOYO DE PARED SOBRE LOSA - PARED PARALELA A VIGUETA**  
**ESC. 1:12.5**

DETALLE DE SOLUCION TRASLAPADA  
DEL APOYO DE VIGUETA EN VIGA  
EXTERIOR



DETALLE DE SOLUCION TRASLAPADA  
DEL APOYO DE VIGUETA EN VIGA  
INTERMEDIA



LE = Longitud de empotramiento (de 2 a 5 cms)  
LL = Luz libre entre bordes de vigas portantes.  
LV = Longitud total de vigueta.  
 $LV = LL + ( 2 Le )$

## **BASTONEADO EN EXTREMO DE VIGUETAS**

**ESC. 1:12.5**

TABLA I		
CALIBRE	DIAMETRO	ANCLAJES O TRASLAPE
No 2	∅ 1/4"	30 cms.
No 3	∅ 3/8"	40 cms.
No 4	∅ 1/2"	60 cms.
No 5	∅ 5/8"	70 cms.
No 6	∅ 3/4"	80 cms.
No 8	∅ 1"	120 cms.
No 10	∅1 1/4"	170 cms.

TABLA II		
LONGITUD DE ANCLAJE Ldh y GANCHO 90°		
CALIBRE	Ldh(cms)	GANCHO 90°(cms)
No 3	15	15
No 4	20	20
No 5	25	25
No 6	30	30
No 8	40	45
No 10	50	55

CUADRO DE LOSAS						
VIGUETA	HE	HB	E	SV	EI	P
VT1-20	20	15	5	70	5	14

CUADRO DE BASTONES DE LOSAS	
VIGUETA	VT1-20
LBE	85
LBI	150
PB	15
No. VAR.	2#4/VIG